МИНОБРНАУКИ

ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСАТОМ»

ОАО «СИБИРСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

ФГАОУ ВПО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сборник статей

Северск 2014

УДК 338+371+661
Инновационные технологии атомной энергетики и промышленности: Сборник статей, посвященный 55-летию СТИ НИЯУ МИФИ. – Северск: Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2014. – 192с.

ISBN 978-5-93915-125-2

В сборнике статей, подготовленном по материалам Отраслевой научно-технической конференции «Технология и автоматизация атомной энергетики и промышленности» ТААЭП-2014, приведены научные и практические результаты исследований, направленных на инновационное развитие атомной отрасли, в том числе связанных с совершенствованием химических технологий, созданием машин и аппаратов, автоматизацией технологических процессов, а также применением современных информационных технологий в атомной промышленности. Кроме того, рассмотрены социально-экономические и гуманитарные проблемы в атомной промышленности.

Для специалистов, работающих в области атомной энергетики, а также для студентов старших курсов и аспирантов соответствующих специальностей.

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета Северского технологического института НИЯУ МИФИ. Материалы сборника издаются в авторской редакции.

Сборник статей печатается при поддержке ОАО «Сибирский химический комбинат».

ISBN 978-5-93915-125-2

© Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Андреев В.А., Макасеев Ю.Н., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Молоков П.Б.
Исследование совместного выщелачивания урана и редкоземельных элементов из руд Далматовского месторождения 7
Андреев В.А., Макасеев Ю.Н., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Молоков П.Б.
Обзор методов термической денитрации уранилнитрата 11
Андреев В.А., Макасеев Ю.Н., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Молоков П.Б.
Механизм термического разложения кристаллогидратов уранилнитрата 16
Василевич З.В., Козырев А.С., Круглов С.Н., Теровский В.С.
Утилизация урана из азотнокислых фторсодержащих растворов 20
Федин А.С., Ожерельев О.А.
Исследования истинной скорости сублимации гексафторосикиката аммония 22
Шевелёв А.М., Ледовских К.А., Дворянчиков А.В., Смолкин П.А., Тинин В.В.
Разработка комплексной технологии обращения с нерастворенными остатками, образующимися при переработке ХКПУ 27

Раздел АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ИНФОРМАЦИОНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кербель Б.М., Агеев А.Ю., Паюсов А.Ю.
Моделирование теплового поля лабораторной шахтной печи с применением Matlab PDE Tool 29
Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.
Система автоматизированного проектирования эксплуатационных блоков на предприятиях по добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания 32
Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.
Алгоритм автоматизированного построения схем вскрытия полигона скважинного подземного выщелачивания 36

Жиганов А.Н., Истомин А.Д., Матолыгин А.А., Носков М.Д., Чеглоков А.А., Бахтеев О.А., Лысиков А.В., Михеев Е.Н.
Моделирование прессования таблеток керамического ядерного топлива 39
Жиганов А.Н., Истомина Н.Ю., Носков М.Д., Истомин А.Д.
Информационное обеспечение при выбросах в атмосферу 43
Кеслер А.Г., Бабкин А.С., Гуцул М.В., Носкова С.Н., Носков М.Д., Сакирко Г.К., Теровская Т.С.
Применение геотехнологического моделирования для проектирования и отработки эксплуатационных блоков при добыче урана способом подземного скважинного выщелачивания..... 47
Семенова Р.А., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Истомин А.Д., Носков М.Д.
Влияние длительности периодов закачки и откачки на эффективность подземного выщелачивания урана из малых рудных тел методом Push-Pull..... 51
Теровская Т.С., Бабкин А.С., Кеслер А.Г., Носков М.Д., Посохова Е.М.
Проблемы экологического мониторинга состояния недр при добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания 55
Теровская Т.С., Носков М.Д.
Геоэкологические проблемы добычи урана 59

Раздел МАШИНЫ И АППАРАТЫ ЯДЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Васильков И.В., Пищулин В.П., Рудик А.А.
Высокоплотное ядерное топливо исследовательских реакторов со сниженной степенью обогащения по изотопу U^{235} 62
Васильков И.В., Пищулин В.П., Рудик А.А.
Исследовательские ядерные реакторы, ТВЭлы и ТВС..... 66
Дивановская А.В., Зарипова Л.Ф., Кузнецов Д.А., Пищулин В.П.
Пути переработки гексафторида обедненного урана..... 70
Дивановская А.В., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.
Разработка технологии получения фтороводорода из гексафторида обедненного урана на сублиматных производствах 74
Картавых А.А., Губанов С.М., Чуканов М.В.
Исследование и оптимизация откачных систем разделительного производства 77
Кузнецов П.Г., Пищулин В.П.
Установка выщелачивания урановых руд 80
Пищулин В.П., Леонов Д.С.
Установка получения металлического лития 84

Рудик А.А. Пищулин В.П.
Конструирование и расчет установки переработки облученного ядерного топлива..... 88
Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л., Нагорнов С.И.
Очистка тетрафторида циркония от примесей с использованием металлического циркония..... 91
Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л., Солоха Д.И.
Разделение фторидов циркония и гафния на диоксиде циркония..... 99
Соловьёва А.С. Пищулин В.П.
Конструирование и расчет установки очитки трапных вод на АЭС..... 105
Шутов В.А., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.
Установка получения композиций полиэтилена..... 109
Шутов В.А., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.
Установка получения гептана 113
Юртаева А.Н., Сваровский А.Я., Колесников А.А.
Очистка растворов от ионов металлов электрохимическим методом 117

Раздел ПОДГОТОВКА КАДРОВ, СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Журавель М.А.
Применение здоровьесберегающих технологий обучения в профессиональной подготовке обучающихся учреждения НПО..... 121
Копалина А.О., Михеенко С.Н.
Особенности финансирования школы-участницы проекта «Школа Росатома»..... 124
Костарева Т.В., Михеенко С.Н.
Гендерные аспекты российского рынка труда 129
Михеенко С.Н.
История гендерной проблематики рынка труда..... 134
Михеенко С.Н.
Идеи создания общеевропейского образовательного пространства..... 140
Ретунская Т.Н.
Социальная работа глазами студентов. результаты исследования студентов СТИ НИЯУ МИФИ..... 145

Раздел ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Вотякова И.В.
Компетенции персонала как объект совершенствования кадрового потенциала предприятия..... 149

Вотякова И.В., Карташов Е.Ю.
Инновационная инфраструктура: основные элементы и проблемы развития 153
Михеенко С.Н.
Эволюция методологических подходов в анализе рынка труда и занятости 157
Михеенко С.Н.
Теория занятости глазами институционалистов 164
Недоспасова О.П.
Финансовое благополучие человека как сфера пересечения государственной, личной и корпоративной ответственности 168
Ольховская А.Е., Михеенко С.Н.
Механизм реализации инвестиционной политики в России и Томской области 172
Семенов С.С., Циркунов П.Т., Михеенко С.Н.
Структурные особенности российского рынка труда 177
Смирнова Т.Л.
Трансформация теоретических подходов к анализу социально-экономических отношений 183
Филиппова Н.А.
Стили обучения: повышение эффективности качества образования 188

Раздел ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ РУД ДАЛМАТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Андреев В.А., Макасеев Ю.Н., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Молоков П.Б.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, Томская область, г. Северск, пр.Коммунистический, 65

e-mail:sciencesti@yandex.ru

В статье приведены результаты экспериментов по совместному выщелачиванию урана и редкоземельных элементов из руд Далматовского месторождения урана.

В настоящее время актуальной является задача повышения эффективности добычи урана и снижения его себестоимости, которое можно обеспечить за счет комплексной переработки урановых руд. Месторождения урана, которые в настоящий момент разрабатываются (или находятся в резерве) в России, содержат помимо урана значительное количество других полезных компонентов, в частности, редкоземельные элементы, золото, серебро, и другие металлы. Попутное извлечение этих элементов в одном технологическом процессе может существенно сказаться на экономической эффективности всего добычного производства и снизить себестоимость получаемого урана за счет расширения спектра продукции, выпускаемой добывающими предприятиями.

Далматовское месторождение урана разрабатывается ЗАО Далур методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). Предприятие в год добывает более 500 тонн урана, при этом вместе с ураном из недр извлекается значительное количество попутных элементов, в том числе РЗЭ. Необходимо разработать технологию совместного извлечения урана и РЗЭ методом СПВ с получением товарных концентратов урана и редких земель.

Целью данной работы является исследование совместного выщелачивания урана и РЗЭ из руд Далматовского месторождения, нахождения оптимальных параметров процесса

Исследования агитационного выщелачивания проводились на образцах руды месторождения Далматовское с использованием экспериментальной установки выщелачивания (рисунок 1) при постоянном перемешивании, в зоне реакции поддерживалась постоянная температура в интервале от 10 до 90°С.

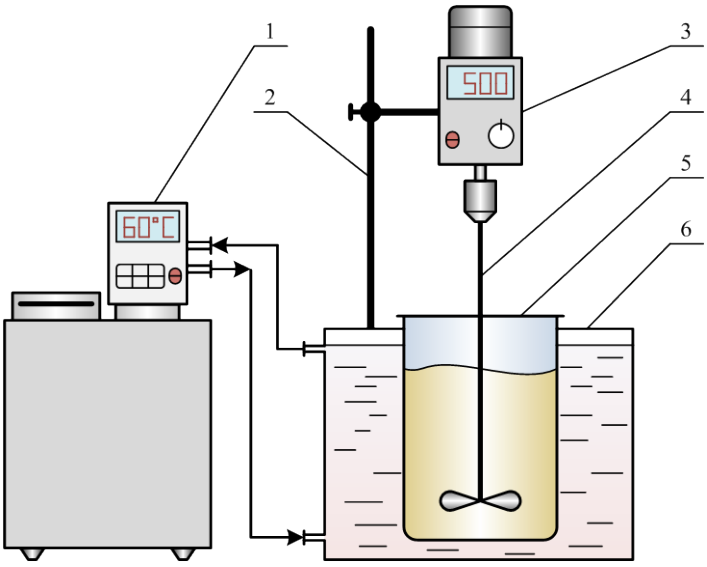


Рис. 1 Установка агитационного выщелачивания:
1 – водяной термостат; 2 – штатив для крепления мешалки; 3 – перемешивающее устройство; 4 – мешалка (фторопласт или стекло); 5 – реактор выщелачивания; 6 – водяная рубашка

Установка выполнена из материалов, устойчивых к различным минеральным кислотам. Реакторы выщелачивания изготовлены в различных вариантах исполнения: керамический или стеклянный и полипропиленовый.

В ходе проведения исследований контролировали уровень ОВП и pH раствора выщелачивания с использованием:

– электрода редоксометрического платинового комбинированного ЭПР-105;

– комбинированный стеклянный электрод ЭСК-10601/7 (К 80.7)

– анализатора ЭКСПЕРТ-001-3(0.4) (НПП «Эконикс-Эксперт», г. Москва);

– ЭВМ для записи результатов измерений.

Методика проведения агитационного растворения

Работы на установке выщелачивания проводились в следующем порядке:

1) заполняли водяной термостат (1) и водяную рубашку (6) водой;

2) заливали выщелачивающий раствор в реактор (5);

3) регулировали высоту мешалки (3) на штативе (2) так, чтобы расстояние от дна реактора до мешалки (4) составляло 0,5–1 см;

4) устанавливали необходимую температуру на термостате, включали нагрев и мешалку, выбирая необходимее число оборотов;

5) после того, как термостат нагревался, контролировали температуру выщелачивающего раствора с помощью стеклянного ртутного термометра;

6) медленно засыпали навеску руды в реактор, избегая сильного пенообразования.

Отбор проб жидкой фазы проводили в течение всего эксперимента с определенным интервалом. Объем отбираемой пульпы составлял от 10 до 20 $см^3$. Полученную пробу пульпы отфильтровывали на фильтре «синяя лента», фильтрат охлаждали до комнатной температуры и анализировали на содержание ценных компонентов и примесей.

По окончанию процесса выщелачивания останавливали мешалку и выключали нагрев. Пульпу фильтровали на вакуумной фильтрационной установке. Полученный осадок на фильтре промывали водой от остатков раствора выщелачивания. Отмытую твердую фазу высушивали в сушильном шкафу при 105°С, измельчали и анализировали на содержание ценных компонентов и примесей.

Для исследований агитационного выщелачивания малых навесок руды использовали шейкер LOIPLS-110 с орбитальным типом движения. Выщелачивание проводили в конических колбах номинальным объемом 50 $см^3$. По окончании процесса пульпу отфильтровывали через фильтр «синяя» лента, полученный таким образом раствор анализировали на содержание ценных компонентов и примесей.

Концентрацию урана в растворе определяли ферро-фосфатно-ванадатным методом, концентрацию железа (III) – комплексонометрическим титрованием с Трилоном Б, серной кислоты – титриметрическим методом по реакции нейтрализации щелочью, сумму лантаноидов определяли фотометрическим способом.

Выщелачивание урана и РЗЭ из руды проводили в конических колбах объемом 50 мл. Навески руды массой 2 г каждая обрабатывали 10 мл раствора (Т:Ж=1:5) с содержанием серной кислоты 1, 5, 10 и 15 г/л. Выщелачивание проводили при комнатной температуре (22°С) и продолжительности процесса 1, 2, 4, 6 и 24 часа. Руда с раствором подвергались интенсивному перемешиванию с помощью шейкера. Результаты экспериментов по выщелачиванию урана приведены на рисунке 2.

Как следует из результатов эксперимента, с увеличением концентрации кислоты в выщелачивающих растворах увеличивается и степень извлечения урана, причем в экспериментах с концентрацией серной кислоты 1, 5, 10 г/л не достигается полного извлечения урана в раствор (степень извлечения не превышает 89 %). По всей видимости, это связано с достаточно низкой остаточной кислотностью растворов в данном эксперименте. При концентрации серной кислоты в растворе 15 г/л степень извлечения урана достигает 99 % при продолжительности процесса 6 часов.

При добавлении в раствор в качестве окислителя азотной кислоты (5 г/л) и при концентрации серной кислоты 15 г/л уран практически полностью извлекается за 4 часа (степень извлечения составляет 99 %).

При этом остаточная кислотность растворов в данном эксперименте высокая (14-20 г/л).

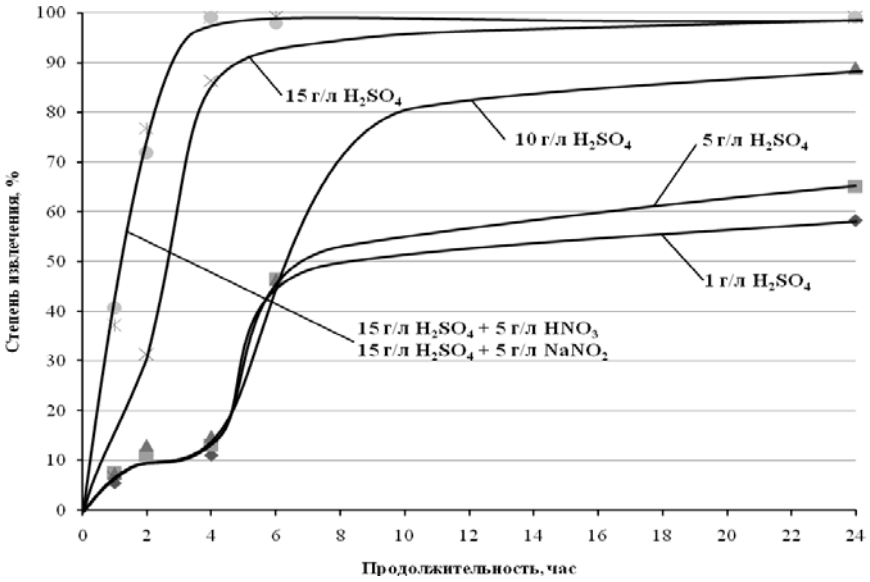


Рис.2. Зависимость степени выщелачивания урана от концентрации серной кислоты и присутствия окислителей

При проведении эксперимента по выщелачиванию урана в присутствии окислителя – нитрита натрия (5 г/л) и при концентрации серной кислоты 15 г/л, уран, также как и в предыдущем эксперименте, практически полностью извлекался за 4 часа (степень извлечения равна 99 %). При этом остаточная кислотность растворов в данном эксперименте достаточно высокая (13-18 г/л).

Эксперименты также показали, что с увеличением концентрации кислоты в выщелачивающих растворах (без окислителя) степень извлечения РЗЭ увеличивается незначительно, достигая, в среднем, значений 45-50%. Введение в выщелачивающий раствор окислителей (HNO_3 и $NaNO_2$) не оказывает существенного влияния на степень извлечения РЗЭ.

ОБЗОР МЕТОДОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕНИТРАЦИИ УРАНИЛНИТРАТА

Андреев В.А., Макасеев Ю.Н., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Молоков П.Б.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, Томская область, г. Северск, пр.Коммунистический, 65

e-mail:sciencesti@yandex.ru

В работе приведен краткий аналитический обзор способов получения оксидов урана методом термической денитрации растворов уранилнитрата.

В связи с решением ГК Росатом о создании нового конверсионного производства, необходимо разрабатывать и внедрять в производство современные высокоэффективные технологии переработки и получения целевого продукта – оксидов урана, которые могли бы обеспечить высокую конкурентоспособность продукции и предприятий ГК Росатом в целом.

В настоящее время многие предприятия развитых стран мира с целью снижения объёмов радиоактивных отходов активно внедряют новые технологические переделы, исключающие образование РАО, позволяющие максимально использовать реагенты в результате их рецикла. Технология термической денитрации плава гексагидрата уранилнитрата, использующая принцип «Isoflash» (производство COMUREX-II, Франция) позволяет на стадии получения оксидов урана исключить образование ЖРО и дополнительно снизить затраты в результате рецикла 70 % азотной кислоты, увеличения производительности данной операции и снижения энергозатрат при переработке высококонцентрированных растворов. Исходя из этого, технология термической денитрации имеет целый ряд существенных преимуществ перед технологией химической денитрации, используемой на сублиматных заводах России для производства оксидов урана, отвечает современному уровню развития техники, обеспечивает повышение технологической, производственной и экологической безопасности.

В данной работе приводится краткий обзор способов термической денитрации уранилнитрата с получением оксидов урана.

Плазмохимическая технология получения оксидов урана из растворов, реэкстрактов и расплавов гидратированных солей.

В основу плазмохимической технологии получения оксидов урана заложен процесс высокотемпературного разложения водных растворов уранилнитрата [1, 2]. В данном способе применяется распыление исходного раствора в поток газа – теплоносителя, нагретого до нескольких тысяч градусов в генераторе низкотемпературной плазмы (плазмотроне),

смешивание компонентов, в результате чего происходит нагрев и испарение растворителя из капель раствора и последующее термическое разложение солевого остатка до оксидов.

Преимуществом плазмохимических систем является высокая энергонапряженность теплового потока (температура плазменных теплоносителей достигает ~ 10^4 К, значения их энтальпии составляют $(4…8)\times10^2$ кДж/моль [1], чем обеспечивается большая удельная производительность оборудования. Благодаря этому, применение плазмохимии целесообразно для осуществления эндотермических процессов (например, получение оксидов из растворов солей), требующих высоких затрат энергии.

При проведении технологического процесса не требуется применение химических реагентов для получения осадков, их отделения от маточников, исключаются трудоёмкие операции сушки, прокалки, вследствие чего резко сокращается количество технологических переделов. При этом не требуется также переработка сбросных растворов, их объем сводится к минимуму и не превышает объема исходных растворов. Кроме того, сбросные растворы могут быть возвращены для подготовки исходных растворов.

Плазмохимический способ позволяет осуществить максимально быстрый переход обрабатываемого материала из жидкого состояния в твёрдое ($10^{-3}…10^{-1}$ с.)

Применение плазмохимической технологии для получения простых и сложных оксидов из растворов имеет ряд преимуществ перед традиционными (например, золь-гель процесс или совместное осаждение) технологиями получения этих материалов [3, 4], в частности:

– обладает высокой производительностью;

– одностадиен;

– позволяет получать широкий спектр порошков различного химического состава, и различной дисперсности, на одной установке;

– обладает высокой энергоэффективностью (порядка 1…10 кВт·ч/кг, в зависимости от состава химических реагентов), что в несколько раз меньше энергозатрат на получение аналогичных порошков другими известными методами.

Однако данный процесс обладает рядом недостатков:

- высокие энергозатраты на проведение плазменной денитрации;

- использование больших объемов промышленных газов (сжатого воздуха, азота), которые дополнительно будут нагружать систему пылегазоочистки производства.

В результате плазмохимической переработки получается порошок состава UO_{2+x}. Насыпная плотность порошка колеблется в пределах 1,2…1,6 г/см^3 с утряской до 2,0 г/см^3, удельная поверхность составляет 4,8…6,7 м^2/г.

Пламенная денитрация растворов уранилнитрата.

В газопламенных способах для осуществления процесса денитрации используют теплоту сгорания горючих газов в окислителе-кислороде. В качестве горючих газов могут быть использованы различные углеводороды (метан, пропан, природный газ и др.), водород, оксид углерода и т.д. [5, 6]

Недостатком способов с применением углеводородов является возможность загрязнения получаемых оксидов урана углеродом, который, будучи нежелательной примесью, усложняет дальнейшую переработку оксидов. Перспективным горючим газом может быть водород, который при сгорании в кислороде выделяет достаточное количество тепла и не загрязняет оксиды урана.

Возможны два варианта проведения процесса газопламенной денитрации: в восстановительной и окислительной среде.

В первом случае химический состав получающихся продуктов реакции, как твердых, так и газообразных, в значительной мере зависит от состава восстановительной атмосферы. Образующиеся при термическом разложении оксиды азота при высоких температурах частично распадаются на элементарные азот и кислород, последний, как и частично неразложившиеся оксиды азота, вступает в реакцию с восстановителем.

Высшие оксиды урана могут восстанавливаться горючим газом до четырехвалентного состояния. Степень восстановления оксидов урана и оксидов азота будет определяться температурой и временем пребывания продуктов реакции в реакционной зоне, а также природой и концентрацией восстановителя.

При проведении процесса денитрации в окислительной среде составы твердой и газовой фазы будут зависеть, главным образом, от температуры и времени пребывания продуктов реакции в реакционной зоне [5, 6].

Пламенная денитрация растворов уранилнитрата с применением изофлеш-эффекта.

В данном способе пламенной денитрации уранилнитрата вместо распыления жидкой фазы в газе и независимо от него, для того, чтобы получить тот же результат, поставляемая газовой фазой тепловая и механическая энергия приносится в форме симметричного турбулентного потока, как и в случае обычных распылителей и форсунок. Образуемые при этом траектории элементарных смесей (одна элементарная смесь образована жидкой каплей и окружающим ее газом) во время первого момента "флеш-контакта" составляют образующие однополостного гиперболоида, расходящиеся траектории, которые не пересекаются. Характерные свойства такой зоны флеш-контакт можно объединить под названием изофлеш-эффекта (Isoflash).

Первое устройство для применения этого способа, созданное французской компанией Vicarb [7], содержит камеру, где используется

изофлеш-эффект, и головку для введения продуктов реакции. Вертикальная трубка позволяет ввести жидкую фазу на входе камеры. Вокруг этой вертикальной трубки расположена пефорированная сетка в форме корзины с единственным тангенциальным входом для газовой фазы. Отверстия в сетке образуют внутри подающей головки большое число регулярно распределенных элементарных тангенциальных входов, образующих равномерно распределенную систему вводимого горячего газа. Эта перфорированная корзина ведет к входу камеры, где начинается зона флеш-контакта между двумя фазами. В этом случае флеш-контакт является очень быстрым (доли секунды) [7]. Все физические явления, происходящие в течение примерно одной тысячной доли секунды в паре «донор-приемник» для термомеханической энергии, заключаются в создании и расходе микрокапель, соударения путем переноса кинетической энергии, собственном колебании, вращении, и всех эффектах, приводящих к интенсификации массо- и теплопереноса и мгновенного испарения, локальные эндотермические эффекты которого защищают конечной сухой продукт. Например, газообразные продукты сгорания могут потерять 1000^{o}C вдоль расстояния 30 см, а плотная фаза может быть нагрета на 60^{o}C.

Способы термической денитрации уранилнитрата в пламени позволяют получать оксиды урана различного состава с удельной поверхностью до 12 - 15 м^2/г, которые могут быть использованы для дальнейшего получения диоксида урана.

Таким образом, термические способы разложения уранилнитрата позволяют достаточно быстро и эффективно получить готовый продукт – оксиды урана из растворов или расплавов уранилнитрата. При этом плазменные способы денитрации позволяют увеличивать производительность процесса, как за счёт расхода теплоносителя, так и за счёт повышения его энтальпии. В то время как в пламенных способах денитрации используется энергия перестройки химических связей молекул горючего газа и окислителя, в плазменных способах, помимо кинетической энергии молекул газа-теплоносителя, возможно использование энергии диссоциации и энергии ионизации, которые по абсолютной величине значительно превосходят энергию перестройки химических связей молекул.

Необходимо отметить, что с точки зрения процесса денитрации способ нагрева теплоносителя (дуга постоянного или переменного тока, высокочастотный разряд и т.д.), вероятно, не является принципиальным. Важным является то, какую мощность можно получить в промышленных плазменных денитраторах от выпускаемых промышленностью источников питания. На сегодняшний день имеются высокочастотные и электродуговые плазменные установки мощностью до 10^4 кВт, соответственно, в настоящее время представляется целесообразным

(особенно для установок большой производительности) ориентироваться на электродуговые плазменные установки. В условиях плазмохимического процесса можно использовать восстановители урана, например, уксусную кислоту, карбамид, этанол.

Применение методов термической денитрации уранилнитрата в новом конверсионном производстве позволит повысить производительность и эффективность процесса получения оксидов урана, а также регенерировать часть азотной кислоты. Однако необходимо проведение большого количества исследований данных процессов на опытно-промышленных установках для выявления оптимальных параметров процесса и подготовки технико-экономического обоснования проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туманов Ю. Н. Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее. – М.: Физматлит, 2003. – 760 с.

2. Toumanov Yu. N., Galkin A.Г., Grachev V.G., Rousanov V.D. Little- Investigated Fields in Plasma Technology of Conversion of Solutions and Melts // 14th International Symposium on Plasma Chemistry. Prague, Czech Republic, August 2-6, 1999. Symposium Proceedings. – V. 5. – P. 2507 – 2512.

3. Seung-Beom Cho, Jang-Yul Kim, Jong-Pil Kim, Jun-Seok Nho, Myoung-Hwan Oh. Method for preparing cerium oxide powder using organic solvent and CMP slurry comprising the same. Патент США WO 2008062978, опубл. 29.05.2008.

4. Лебедев В.Н., Локшин Э.П., Маслобоев В.А. Способ переработки фосфатного редкоземельного концентрата: патент RU 2344079, 2007.

5. Гальперин Е.Н., Карелин А.И., Слепченко И.Г. и др. Получение октаоксида триурана из уранилнитрата в пламени углеводородов и разработка аппаратуры. / Доклад на V сублиматной конференции, 1969,

6. Слепченко И.Г., Константинов М.Н., Ермин Ю.С. и др. Разработка метода пламенной денитрации азотнокислых растворов урана и его аппаратурное оформление. Тезисы доклада V сублиматной конференции, 1969.

7. Hedley William H, Henderson Courtland M, Roehrs Robert J. Flame denitration and reduction of uranium nitrate to uranium dioxide. Патент США 3041136 от 08.04.1960.

МЕХАНИЗМ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ УРАНИЛНИТРАТА

Андреев В.А., Макасеев Ю.Н., Софронов В.Л., Буйновский А.С., Молоков П.Б.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, Томская область, г. Северск, пр.Коммунистический, 65

e-mail:sciencesti@yandex.ru

В работе приведен обзор литературных данных по кинетике и механизму термического разложения кристаллогидратов уранилнитрата.

В связи с планами по созданию в рамках нового конверсионного производства современных технологических процессов термической денитрации растворов и плавов уранилнитрата и непосредственного получения из них оксидов урана, представляют интерес ранее проводившиеся в разных странах исследования физико-химических основ протекания данного процесса. Результаты исследований различных авторов по данному вопросу не дают исчерпывающего представления о механизме и кинетике разложения кристаллогидратов уранилнитрата и зачастую носят противоречивый характер.

Так, например, согласно исследованиям [1] механизм образования триоксида урана из гексагидрата нитрата уранила следующий:

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot 3H_2O \rightarrow$$
$$\rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \rightarrow UO_3.$$

Шестиводный и трехводный гидраты уранилнитрата плавятся инконгруэнтно соответственно при 60 и 113°С. Система нитрат уранила – вода стабильна до точки плавления дигидрата – 184°С: выше этой температуры происходит разложение на триоксид урана и оксиды азота. Однако, отмечается [1], что строение диаграммы системы уранилнитрат - вода при температурах выше 184°С не выяснено полностью.

Авторы исследования [2] исследовали термическое разложение дигидрата и безводного уранилнитрата в вакууме и при атмосферном давлении (в потоке сухого азота) в области температур 250…400°С. Авторы утверждают, что обезвоживание дигидрата при атмосферном давлении происходит до образования безводной соли, а последняя разлагается с образованием триоксида урана, т.е.

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \rightarrow UO_3.$$

Разложение безводного уранилнитрата в вакууме приводит к образованию аморфного триоксида урана.

В работе Хартланда и Несбитта [3] процесс термического разложения гексагидрата нитрата уранила изучался методом термогравиметрии при температуре 100…350°С в потоке сухого воздуха.

Согласно этим данным, дегидратация и разложение в интервале температур 200…350°С проходят по следующей схеме:

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot H_2O \rightarrow UO_3.$$

С помощью цветной съёмки авторы наблюдали за изменениями, происходящими с пробой уранилнитрата, и отметили четыре периода процесса термического разложения:

1) плавление капли гексагидрата уранилнитрата;

2) интенсивное кипение капли, во время которого удалялись 5 молекул воды. При этом наблюдалось выделение пузырьков газа, которые лопались на расплавленной поверхности образца, вызывая выброс микрокапель;

3) медленное кипение образовавшейся вязкой жидкости при более высокой температуре и образование твердой корки триоксида урана;

4) медленное разложение всей пробы до триоксида урана.

Хотя авторы и отрицают образование в качестве промежуточного продукта безводного нитрата уранила, однако отмечают трудность идентификации термогравиметрическим методом моногидрата уранилнитрата вследствие незначительной разницы молекулярных масс $UO_2(NO_3)_2$ и $UO_2(NO_3)_2 \cdot H_2O$. В этой связи вызывает интерес очень близкое совпадение констант скоростей при 275 °С, полученных Ондриджином [2] для разложения безводной соли и Хартландом и Несбиттом [3] для разложения моногидрата. По этим причинам механизм разложения гексагидрата, предложенный Хартландом и Несбиттом, вызывает сомнение как для первой стадии (вследствие интенсивного кипения и выброса капель), так и для второй (вследствие трудности идентификации термогравиметрическим методом моногидрата и безводной соли уранилнитрата).

Лоддинг и Оямаа [4] исследовали механизм дегидратации и термического разложения гексагидрата и дигидрата нитрата уранила методом дифференциально-термического анализа (ДТА) при температуре 20…300°С в потоках сухого воздуха и водяного пара. Они подтвердили, что процесс дегидратации носит ступенчатый характер, однако несколько отличается от механизма, предложенного предыдущими авторами. По Лоддингу и Оямаа механизм дегидратации следующий:

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2.$$

Термическое разложение безводного уранилнитрата до триоксида урана авторы представляют следующим образом:

На воздухе (t = 270 °С):

$$UO_3 \cdot N_2O_5 \rightarrow UO_3 + N_2O_5,$$
$$N_2O_5 \rightarrow 2NO_2 + 1/2O_2.$$

В атмосфере водяных паров (t = 260 °С)

$$UO_3 \cdot N_2O_5 \rightarrow UO_3 + N_2O_5,$$
$$N_2O_{5(г)} + H_2O_{(г)} \rightarrow 2HNO_{3(г)},$$

$$UO_3 + 0{,}8\ H_2O \rightarrow UO_3 \cdot 0{,}8\ H_2O.$$

Рентгеноструктурным анализом продукта, полученного прекращением нагревания при 210°С, Лоддинг и Оямаа установили наличие безводного нитрата уранила.

Более поздние работы [5] выявили некоторые отличия в механизме дегидратации и термического разложения кристаллогидрата уранилнитрата. У. Шмит [5], изучая дегидратацию гексагидрата, тригидрата и дигидрата в потоках азота и воздуха методами дифференциально-термического анализа и термогравиметрии в области температур 48…181°С, предложил такую схему обезвоживания кристаллогидратов уранилнитрата:

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot 3H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O \rightarrow$$
$$UO_2(NO_3)_2 \cdot H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \rightarrow \text{продукты разложения.}$$

Идентификация конечных продуктов осуществлялась с помощью рентгенографического и химического методов анализа, а также анализом ИК-спектров. Для тригидрата и дигидрата полученная дифракционная картина хорошо согласовывалась с известными рентгенограммами [6].

Ввиду отсутствия данных о межплоскостных расстояниях для моногидрата и безводного уранилнитрата, рентгенофазовый анализ не мог быть использован для идентификации этих продуктов. Однако, инфракрасные спектры, полученные автором для тригидрата, дигидрата и безводного уранилнитрата, находились в согласии с известными спектрами этих соединений [7].

У. Шмит также отмечает трудность идентификации моногидрата и безводного уранилнитрата с помощью термогравиметрических кривых и объясняет это тем фактом, что при завершении процесса дегидратации в безводном уранилнитрате образуются небольшие количества триоксида урана, которые были им обнаружены с помощью ИКС-анализа.

Состав окружающей среды (азот или воздух), по мнению У.Шмита, не оказывал влияния на механизм дегидратации.

Слепченко И.Г. и Константинов М.Н. исследовали термогравиметрическим методом дегидратацию и термическое разложение гекса-, три- и дигидрата нитрата уранила в интервале температур 20…300 °С [8].

Они предположили, что дегидратация и термическое разложение описывается следующей схемой:

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot 3H_2O \rightarrow UO_2(NO_3)_2 \cdot 2H_2O \rightarrow UO_3.$$

Исследования этих авторов подтвердили, что первые две стадии проходят по предполагаемому ими механизму, что согласуется с данными других исследователей. Относительно третьей стадии (дегидратации и термического разложения дигидрата), авторы [9] нашли, что указанный процесс является сложным и протекает в несколько самостоятельных стадий. Это особенно наглядно видно при температурах 250 и 270°С. С

повышением температуры до 300 °С отдельные стадии процесса сливаются и не разрешаются на кривой. Вероятно, этот факт является одной из причин разногласий в вопросе о механизме дегидратации и термического разложения дигидрата нитрата уранила.

Таким образом, единого мнения по вопросу механизма и кинетики процесса у исследователей нет, что говорит, во-первых, о сложности самого процесса денитрации, во-вторых, о значительном влиянии условий проведения эксперимента на ход процесса. Однако можно сделать вывод, что в условиях постепенного нагрева термическое разложение гексагидрата нитрата уранила является ступенчато, в несколько стадий. Суммарный же процесс разложения гексагидрата описывается уравнением:

$$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O \rightarrow UO_3 + NO + NO_2 + O_2 + 6H_2O + 591{,}38 \text{ кДж/моль.}$$

Анализируя изложенные выше материалы можно сделать вывод, что процесс получения оксидов урана из уранилнитратных растворов является достаточно сложным процессом, объединяющим теплофизические, структурно-механические и физико-химические превращения. В связи с этим технологическое осуществление процесса сопряжено с рядом трудностей, преодоление которых придаёт каждому способу денитрации известные ограничения. В то же время, обзор показывает, что большинство работ поставлено как эмпирический поиск, без учёта наложения физических и химических процессов. Такое рассмотрение, особенно для высокотемпературных процессов, протекающих в пылегазовом потоке, представляется неполным. Количественный анализ процесса денитрации с точки зрения наложения физических и химических процессов, вероятно, позволил бы определить лимитирующие стадии процесса и связать свойства и состав получающихся оксидов урана с начальными параметрами высокотемпературного газового потока и вводимого в него раствора уранилнитрата. Он может быть полезен также при выборе оптимальных условий работы плазменных и газопламенных аппаратов, в которых денитрация осуществляется впрыскиванием раствора в высокотемпературный газовый поток.

ЛИТЕРАТУРА

1 Харрингтон Ч., Рюэле А. Технология производства урана, Госатомиздат, 1961. – 224 с.
2 Ondrejgin R.S., Garrett T.P., Jr. J. Phys. Chem., 65, №3, 470 (1961).
3 Hartland S., Nesbitt R.J. J. Appl. Chem., 14, №9, 406 (1964).
4 Lodding W., Ojamaa L. J. Inorg. Nucl. Chem., 27, 6, 1261 (1965).
5 Smith H. Inorg. Nucl. Chem 30, 7, 1761 (1968).
6 King A.J., Pfeiffer R, Leck W. USAEC Rep., No. NVO-6313 (1957).
7 Allpress J.G., Hambbi A.N. Aust, J. Chem., 12, 569 (1959).
8 Слепченко И.Г., Константинов М.Н., Ермин Ю.С. и др. Разработка метода пламенной денитрации азотноксидых растворов урана и его аппаратурное оформление. Тезисы доклада V сублиматной конференции, 1969.
9 Ondrejcin R.S. J.Chem. Enging. Date, 11, 130-133, (1966).

УТИЛИЗАЦИЯ УРАНА ИЗ АЗОТНОКИСЛЫХ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ

Василевич З.В., Козырев А.С., Круглов С.Н., Теровский В.С.
ОАО «Сибирский химический комбинат», г. Северск

Переработка в производстве гексафторида урана огарков фторирования, содержащих оксифториды урана и фториды примесных элементов, имеет своей целью регенерацию урана, которая проводится растворением огарков фторирования в азотной кислоте с последующей переработкой уран-фторсодержащих оборотов путём отделения урана его экстракцией.

Задачей настоящей работы являлось уменьшение количества нитрат-фторсодержащих отходов, образующихся в процессе переработки уран-фторсодержащих растворов, полученных от растворения огарков фторирования.

Авторами работы исследована реакция каталитического восстановления урана(VI) гидразином в азотнокислых фторсодержащих растворах, в процессе которой образуется осадок UF_4.

Уран восстанавливали гидразином во фторсодержащем азотнокислом растворе на платиновом катализаторе при постоянной очистке поверхности катализатора от осадка тетрафторида урана; катализатор отделяли от азотнокислого раствора и осадка тетрафторида урана, при этом обеспечивали, как минимум, эквимолярное отношение фторид-ионов к урану (IV) в полученном растворе. Далее осадок тетрафторида урана и азотнокислый раствор разделяли и азотнокислый раствор после его доукрепления по азотной кислоте повторно использовали для растворения огарков фторирования.

Необходимо отметить, что восстановление урана (VI) в растворах HF сопровождалось ростом количества осадка тетрафторида урана (рисунок 1), причём появление в растворе осадка не снизило каталитической активности катализатора. Сохранение каталитической активности катализатора обеспечивалось эффективной очисткой его поверхности от осадка за счёт перемешивания катализатора в растворе (в дополнительных опытах было установлено, что поверхность катализатора очищается от осадка UF_4 и потоком раствора, если восстановление урана проводится в каталитической колонне с пропусканием раствора через слой катализатора).

Из рисунка 2 видно, что содержание урана (VI) в растворе в течение первого часа упало с 62,9 г/л до 6,2 г/л, то есть степень восстановления урана (VI) до четырёхвалентного состояния составила 90,1 %; через два часа содержание урана (VI) в растворе стало равно 2,2 г/л – степень восстановления 96,5 %. Для сравнения провели восстановление урана (VI) в тех же условиях, но использовали азотнокислый раствор нитрата уранила без фторид-ионов. Результат, приведённый на рисунке 2, показал, что восстановление урана (VI) в отсутствии фторид-ионов проходило со значительно меньшей скоростью: за два часа восстановилось 42,2 % урана(VI).

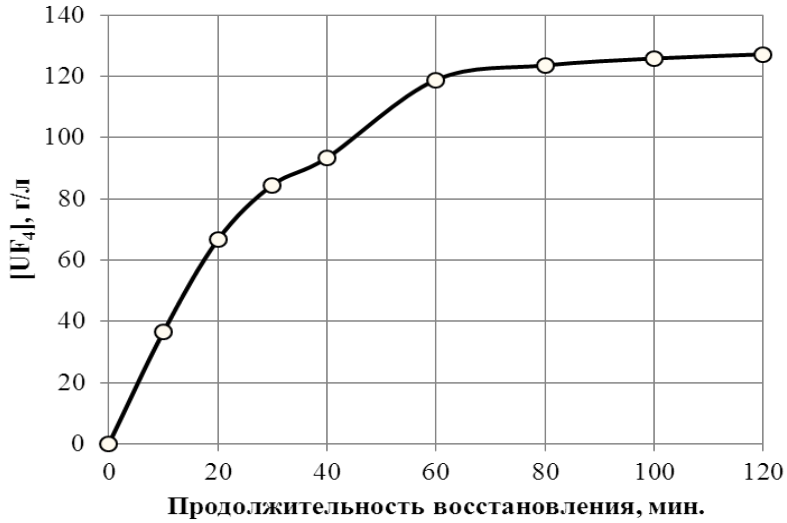


Рис.1. Восстановление урана (VI) в растворах HF

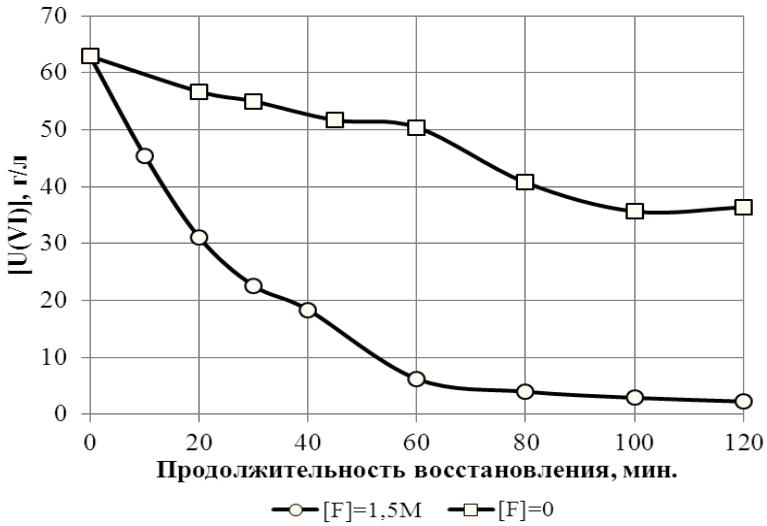


Рис.2. Восстановление урана (VI) в отсутствии фторид-ионов

Результаты, представленные на фиг.2 позволяют сделать вывод, что именно наличие фторид-ионов позволяет практически полностью восстановить уран(VI) и перевести его в осадок тетрафторида урана. В том случае, если фторид-ионов в растворе, полученном от растворения огарков фторирования, недостаточно для полного перевода урана (IV) в тетрафторид урана, в раствор после его отделения от катализатора дополнительно вводят фторид-ионы, как минимум, до их эквимолярного по отношению к урану (IV) соотношения.

Таким образом, каталитическое восстановление урана гидразином в азотнокислом растворе огарков фторирования обеспечивает высокую степень восстановления урана (VI) при уменьшении количества нитрат-фторсодержащих отходов благодаря повторному использованию азотнокислого раствора на операции растворения огарков фторирования.

ИССЛЕДОВАНИЯ ИСТИННОЙ СКОРОСТИ СУБЛИМАЦИИ ГЕКСАФТОРОСИКИКАТА АММОНИЯ

Федин А.С., Ожерельев О.А.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65, E-mail: fedinas@sibmail.com

В статье приведены результаты исследований истинной скорости сублимации гексафторосиликата аммония, в том числе определение уравнений кинетики сублимации с количественным нахождением коэффициентов влияния и выделением среди них лимитирующего.

Целями настоящей работы являются исследование механизма сублимации ГФСА и совершенствование соответствующего сублимационного оборудования.

При этом на данном этапе решались следующие задачи:

- изучение зависимости скорости сублимации ГФСА от различных параметров;
- определение лимитирующего параметра.

Ранее уже проводились исследования скорости сублимации ГФСА с использованием «дифференциального» метода. Для этого на основе проведенных термических исследований строились кинетические кривые сублимации ГФСА $m = f(\tau)$ (рис. 1), на которых фиксировалось время от начала эксперимента (τ), соответствовавшее моменту достижения степени сублимации (α) кратной 5% на участке 5…95%. При этом значение средней скорости сублимации определялось для каждого участка $\Delta\alpha$ = 10%, а средняя скорость сублимации $V_{ср}$ определялась по формуле:

$$V_{ср} = \Delta\alpha / \Delta\tau.$$

Следует отметить, что поскольку начальный и конечные участки кинетической кривой имели характерную выпуклую и вогнутую форму, то получаемые расчетные значения времени значительно отличались от значений кривой (рис. 2).

Для проведения сравнения результатов, а также для оценки неравномерности динамики сублимации, на втором этапе исследовались истинные скорости сублимации $V_{ист}$. Для определения $V_{ист}$ анализировались графики зависимостей $dm = f(\alpha)$ (рис. 3) и фиксировались результаты, соответствовавшие α = 5…100% с шагом в 5%.

Детальный анализ различных вариантов кинетических кривых $m = f(\tau)$, $dm = f(\alpha)$ и $d^2m = f(\alpha)$ показали, что несмотря на высокую точность и чувствительность совмещенного ТГА/ДСК/ДТА анализатора SDT Q600, подаваемый тепловой поток на испаритель с порошком ГФСА не обеспечивал равномерную скорость испарения образцов. Как следствие определяемые истинные скорости $V_{ист}$ имели высокую неоднородность во

времени (рис. 4) и создавали значительные погрешности при определении значений скорости сублимации по методу «истинных скоростей».

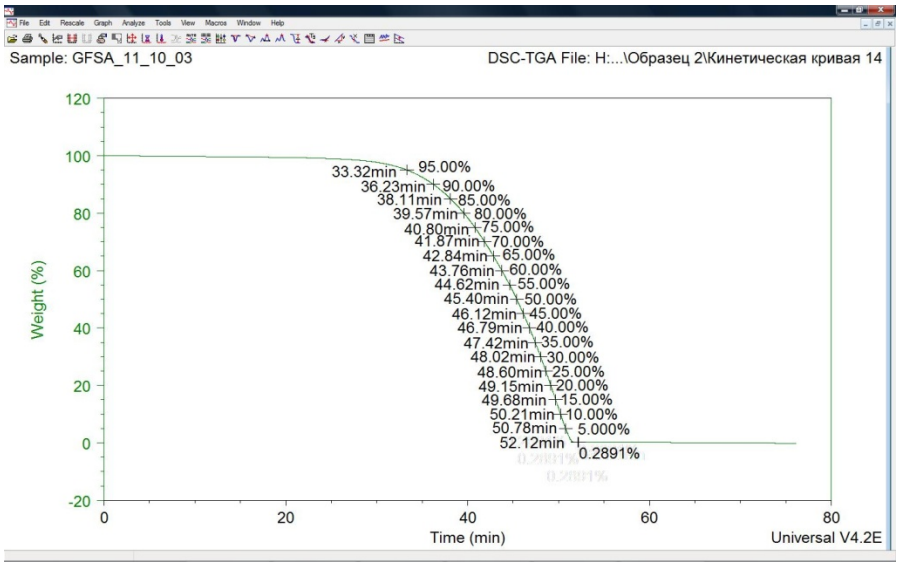


Рис. 1. Отображение кинетических кривых эксперимента 14 в компьютерной программе «TA Instruments Universal Analysis 2000» для определения средней скорости сублимации

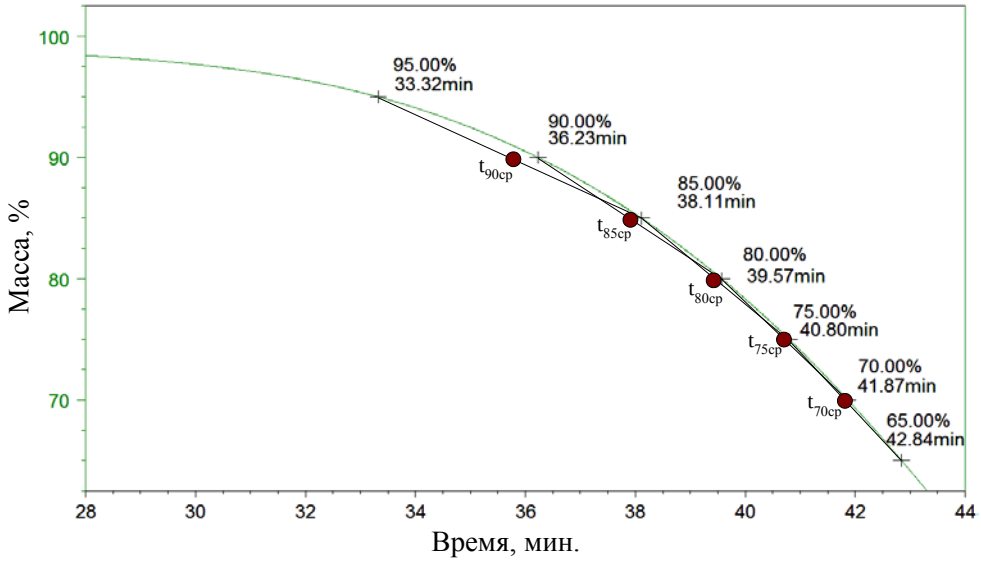


Рис. 2. Отрицательное отклонение при определении среднего значения времени на начальном «выпуклом» участке кинетической кривой $m = f(\tau)$ сублимации ГФСА эксперимента 14

Проведенные кинетические исследования сублимации гексафторосиликата аммония показали, что скорость сублимации гексафторосиликата аммония очень сильно зависит от скорости нагрева испарителя и его геометрии. Вместе с этим, без использования математического моделирование не представляется возможность количественно определить это влияние, и соответственно определить

лимитирующий параметр, который и снижает эффективность сублимации в оборудовании.

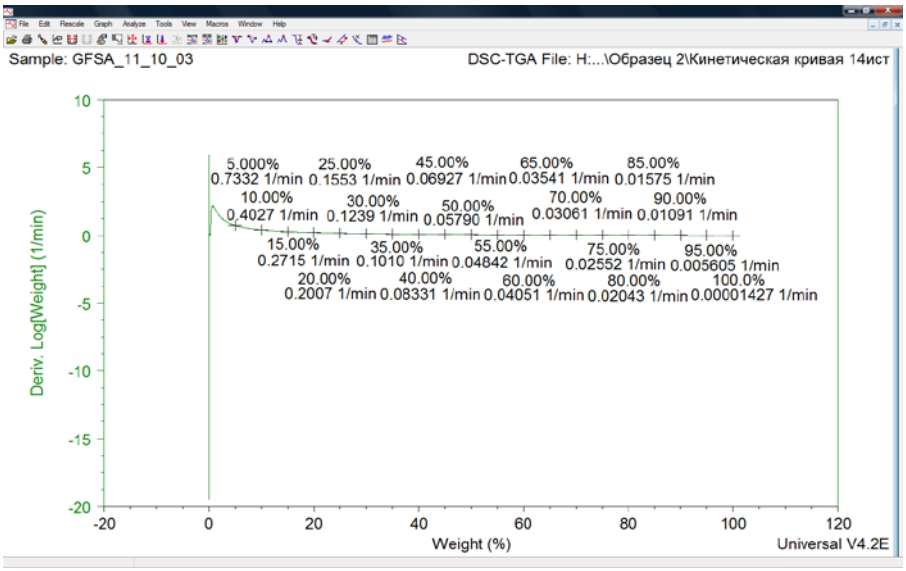


Рис. 3 Отображение кинетической кривой эксперимента 14 в компьютерной программе «TA Instruments Universal Analysis 2000» для определения истинной скорости сублимации

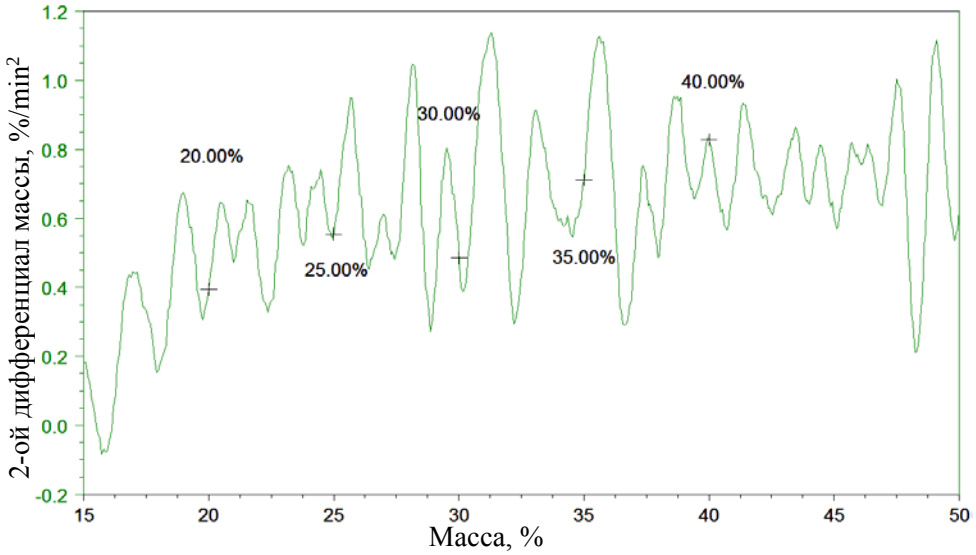


Рис. 4. Динамика изменения скорости сублимации ГФСА

В таблице 1 для сравнения приведены значения средней и истинной скорости сублимации ГФСА.

Математическое моделирование проводилось по алгоритму аналогичному, использованному ранее в расчетах со средними скоростями сублимации. Поскольку в ходе кинетических исследований было установлено влияние на скорость сублимации гексафторосиликата аммония скорости нагрева образца $V_{наг}$, фактора формы $F_{форм}$ ($F_{форм} = d/H$), высоты слоя образца в тигле $H_т$ и над образцом $H_г$ определялась

функциональная зависимость $V_{ср} = f(V_{наг}, F_{форм}, H_{тв}, H_{г})$, которая по результатам пробных расчетов была определена как линейное уравнение следующего вида

$$V_{ср} = k_0 + k_1 V_{наг} + k_2 F_{форм} + k_3 H_{тв} + k_4 H_{г},$$

где k_0 – константа скорости сублимации,

$k_{1\div4}$ – характеристические коэффициенты.

Таблица 1

Сравнение средней и истинной скорости сублимации

Средняя скорость сублимации $V_{ср}$, мин$^{-1}$		Истинная скорость сублимации $V_{ист}$, мин$^{-1}$	
Образец 1	Образец 2	Образец 1	Образец 2
0,04124	0,05482	0,07682	0,10986

Вычисление уравнения кинетики сублимации проводилось в 3 этапа:

- 1 этап: формирование из результатов пассивных экспериментов линейных уравнений температурного режима сублимации гексафторосиликата аммония;
- 2 этап: объединение линейных уравнений в систему и отражение их в соответствующей матрице;
- 3 этап: вычисление матрицы с помощью программы Mathcad.

Для образца 1 полученное линейное уравнение имеет следующий вид:

$$V_{ист} = 0{,}15654 + 0{,}01661 V_{наг} - 0{,}05593 F_{форм} - 0{,}02562 H_{тв} - 0{,}00512 H_{г}.$$

Для образца 2:

$$V_{ист} = 0{,}35417 + 0{,}02292 V_{наг} - 0{,}14039 F_{форм} - 0{,}05273 H_{тв} - 0{,}02129 H_{г}.$$

Для повышения точности вычислений скорости сублимации на втором этапе для каждого отдельного участка процесса были вычислены функциональные зависимости значений константы скорости сублимации и коэффициентов от степени сублимации $k_0, k_1, k_2, k_3, k_4 = f(\alpha)$. Зависимости вычислялись как полиномы следующего вида:

$$k(\alpha) = c_0 + c_1\alpha + c_2\alpha^2 + c_3\alpha^3 ... c_n\alpha^n.$$

Для получения зависимостей $k_0, k_1, k_2, k_3, k_4 = f(\alpha)$ в форме полиномов сначала для каждой кривой строилась линия тренда с определением порядка полинома, во всех случаях наиболее близко кривую описывал полином 6-ой степени.

Далее проводилась полиномиальная интерполяция с использованием матричного исчисления для каждого из определяемых коэффициентов:

- создавался массив из 19-ти полиномов ранее определенного порядка и соответствующих степени сублимации 5…95%:

- формировалась из полиномов соответствующая матрица, которая в дальнейшем рассчитывалась с помощью программ Mathcad и Microsoft Excel.

Для образца 1 были получены следующие полиномы:

$$k_0 = -6{,}485\cdot10^{-2} + 6{,}7\cdot10^{-2}\alpha - 8{,}432\cdot10^{-3}\alpha^2 + 3{,}984\cdot10^{-4}\alpha^3 - 8{,}466\cdot10^{-6}\alpha^4 + \\ + 8{,}214\cdot10^{-8}\alpha^5 - 2{,}953\cdot10^{-10}\alpha^6;$$

$$k_1 = -3{,}653\cdot10^{-3} + 3{,}867\cdot10^{-3}\alpha - 5{,}002\cdot10^{-4}\alpha^2 + 2{,}4\cdot10^{-5}\alpha^3 - 5{,}136\cdot10^{-7}\alpha^4 + \\ + 5{,}026\cdot10^{-9}\alpha^5 - 1{,}827\cdot10^{-11}\alpha^6;$$

$$k_2 = 2{,}258\cdot10^{-2} - 2{,}345\cdot10^{-2}\alpha + 2{,}943\cdot10^{-3}\alpha^2 - 1{,}391\cdot10^{-4}\alpha^3 + 2{,}959\cdot10^{-6}\alpha^4 - \\ - 2{,}876\cdot10^{-8}\alpha^5 + 1{,}035\cdot10^{-10}\alpha^6;$$

$$k_3 = 1{,}012\cdot10^{-2} - 1{,}059\cdot10^{-2}\alpha + 1{,}335\cdot10^{-3}\alpha^2 - 6{,}326\cdot10^{-5}\alpha^3 + 1{,}348\cdot10^{-6}\alpha^4 - \\ - 1{,}312\cdot10^{-8}\alpha^5 + 4{,}731\cdot10^{-11}\alpha^6;$$

$$k_4 = 2{,}687\cdot10^{-3} - 2{,}65\cdot10^{-3}\alpha + 3{,}345\cdot10^{-4}\alpha^2 - 1{,}578\cdot10^{-5}\alpha^3 + 3{,}344\cdot10^{-7}\alpha^4 - \\ - 3{,}23\cdot10^{-9}\alpha^5 + 1{,}155\cdot10^{-11}\alpha^6.$$

Результаты расчетов по данным уравнениям показали существенно большую погрешность по сравнению с теми, что были при использовании средних скоростей в центральном участке процесса, но меньшими относительно начального и конечного участка.

При этом анализ полученных результатов математического моделирования во всех случаях показывает однозначное превалирование фактора формы как лимитирующего параметра, значительно сильнее ограничивающего скорость сублимации по сравнению с другими параметрами. Таким образом, можно говорить, что сублимации ГФСА в испарителе в форме «стакан» будет протекать гораздо быстрее, нежели в испарителе в форме «тарели».

Выводы:

1. Установлено, что основным лимитирующим параметром, ограничивающим скорость сублимацию ГФСА, является фактор формы испарителя, и испаритель в форме «стакан» гораздо эффективнее, чем в форме «тарели».

2. Полученные кинетические уравнения позволяют комбинированием используемых параметров смоделировать форму и условия, позволяющие проводить сублимацию ГФСА с максимальной эффективностью.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С НЕРАСТВОРЕННЫМИ ОСТАТКАМИ, ОБРАЗУЮЩИМИСЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ХКПУ

Шевелёв А.М., Ледовских К.А., Дворянчиков А.В., Смолкин П.А., Тинин В.В.

При растворении ХКПУ в азотной кислоте часть примесей, входящих в состав сырья, переходит в раствор, а часть, из-за неполного растворения концентратов, образует взвеси НО. Присутствие твёрдой фазы негативно сказывается на последующую за растворением стадию экстракции [2]. Поэтому в действующей схеме, принятой на РХЗ, все НО отделяют от продуктивного раствора фильтрацией. При этом образуется значительное количество НО (до 5 % от массы сырья), который содержит до 15 % мас. урана. Это требует производить многократную отмывку НО от урана слабокислыми растворами азотной кислоты. При этом возникают дополнительные отягощающие технологическую схему операции разделения получаемых суспензий и утилизация большого объёма разбавленных по урану промывных растворов. Поэтому разработка комплексной технологии, позволяющей перерабатывать такие НО, крайне важна и актуальна для ОАО «СХК».

Авторами заявленной на конкурс работы предложена технология переработки нерастворенных остатков, образующихся в технологической схеме РХЗ. Исследован процесс растворения различного по физико-химическому составу урансодержащего сырья. Установлено, что количество нерастворенного остатка, остающегося после переработки, не постоянно и зависит от типа перерабатываемого сырья.

Предложен способ переработки отделённых от продуктивного раствора НО при котором необходимо смешать остатки с фтор-содержащим реагентом и проводить растворение полученной смеси в растворе азотной кислоты.

На разработанный способ «Переработки урансодержащего сырья природного происхождения» получен патент (№ 2503732 Российская федерация, МПК С22В 60/00, С22В 3/06, С22В 3/44. Способ переработки урансодержащего сырья природного происхождения /Шевелёв А.М., Каменев Е.А., Лысак С.Б., Пашков С.А., Питиримов Е.С., Сильченко А.И., Тинин В.В.; заявл. 10.07.12; опубл. 10.01.14, Бюл. № 1). Написан отчёт о НИР инв. № 67/594 ДСП.

Результаты НИР были использованы при поведении опытно-промышленных испытаниях по переработке НО РХЗ в действующей схеме 7-ого производства СЗ в 2013 г. Результаты испытаний показали, что выбранная схема совместной переработки НО РХЗ и УФСО СЗ позволяет перерабатывать НО практически без остатка. При этом удалось обеспечить снижение потерь урана, упрощение технологической схемы, снижение объёмов образующихся отходов и затрат на обращение с этими отходами, а так же на их захоронение в соответствии с ФЗ-190 «Законом по обращению с РАО».

Раздел АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ИНФОРМАЦИОНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ ШАХТНОЙ ПЕЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ MATLAB PDE TOOL

Кербель Б.М., Агеев А.Ю., Паюсов А.Ю.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г. Северск Томской обл., пр. Коммунистический, 65
Arkadiji@sibmail.com

Задача создания технологически равновесной керамики, обладающей максимально возможной гомогенностью химического состава и степенью однородности ее конечной микроструктуры с минимальным уровнем остаточных механических напряжений, представляет собой достаточно сложную технологическую задачу. Разработка технологического регламента, повышающего вероятность достижения технологически равновесного состояния керамики, и сегодня остается в ряду наиболее актуальных задач керамической технологии, которая включена в перечень критических технологий Российской Федерации.

В общем случае производство керамического материала может быть представлено следующей условной технологической цепочкой: «исходное сырье» → «механическая смесь искомого оксидного материала» → «синтез оксидного материала» → «пресс-порошок синтезированного оксидного материала» → «формование» → «спекание» → «поликристаллический материал (керамика)». Керамическая заготовка подвергается температурной обработке на этапах синтеза и спекания, для чего используются специализированные печи, в которых температурно-временные режимы поддерживаются автоматизированными системами управления или специальными задатчиками - программаторами.

При освоении новых технологий отрабатывать оптимальные технологические регламенты на реальном промышленном оборудовании часто не представляется возможным по производственным и экономическим причинам.

Настоящая статья посвящена рассмотрению вопросов разработки экспериментальной шахтной печи, предназначенной для поиска оптимальных технологических режимов установки непрерывного твердофазного синтеза оксидных материалов, реализующей технологию непрерывного твердофазного синтеза (НТС) ультра- и наноструктурных порошков оксидных материалов для производства высококачественной функциональной керамики в условиях реального керамического производства [1].

Экспериментальная печь должна воспроизводить все параметры технологического процесса. Отличительными особенностями конструктивного исполнения данной печи являются достаточно большой диапазон рабочих температур (верхняя граница диапазона находится на уровне 1300-350 °С) при относительно небольших габаритных размерах (диаметр рабочей камеры 100 мм, высота 450 мм). В печи предусмотрена как возможность программного управления процессом выхода на рабочий режим (на требуемый уровень температуры), так и возможность автоматического поддержания параметров рабочего режима. К особенностям конструкции печи следует отнести двухзонный нагрев вдоль рабочей камеры и отсутствие нагрева по торцам камеры (в верхней ее части расположена крышка, а в нижней части - дно, выполненное в виде теплоемкой «подушки»). Схематичное изображение конструкции исследуемой печи представлено на рисунке 1.

Необходимость отработки режимов наиболее полной и эффективной реализации технологии НТС для различных по объему навесок исходных порошков предопределила необходимость проведения предварительных расчетов геометрических параметров безградиентной зоны (БГЗ) в рабочей камере создаваемой шахтной печи. Знание геометрических размеров БГЗ позволит размещать в ее пределах обрабатываемые навески порошков.

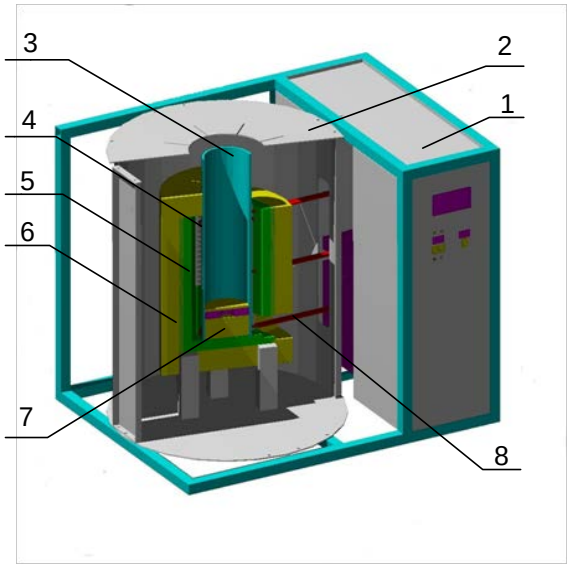


Рис.1. Конструкция высокотемпературной печи шахтного типа:
1 – блок управлением нагрева печи; 2 – цилиндрический корпус печи; 3 – камера нагрева;
4 – нагреватель; 5,6 – теплоизоляция; 7 – теплоемкая подушка; 8 - токоподводы

Для определения геометрических размеров БГЗ в создаваемой печи использована математическая модель распределения теплового поля в рабочей камере печи.

Традиционно количественное описание процесса теплообмена производится на основе теории математической физики с помощью

системы дифференциальных уравнений в частных производных, с налагаемыми на эту систему необходимыми граничными (коэффициенты Неймана) и начальными (коэффициенты Дирихле) условиями [3].

В описываемой работе практические расчеты проведены в программе PDE Tool MatLab [4]. Эта программа работает в среде всех популярных операционных систем (Windows, UNIX) и на всех распространенных компьютерных платформах. Ее особенностью является файловая совместимость для всех используемых платформ. Программа PDE Tool MatLab имеет многоцелевую направленность, заключающуюся в возможности расчета отклика системы на воздействия различной физической природы, что позволяет использовать одну и ту же модель для решения задач из различных тематических областей.

В качестве примера на рисунке 2 приведена полученная расчетным путем картина распределения теплового поля внутри рабочей камеры анализируемой печи. Видно, что изменение температуры в камере соответствует теоретическим представлениям.

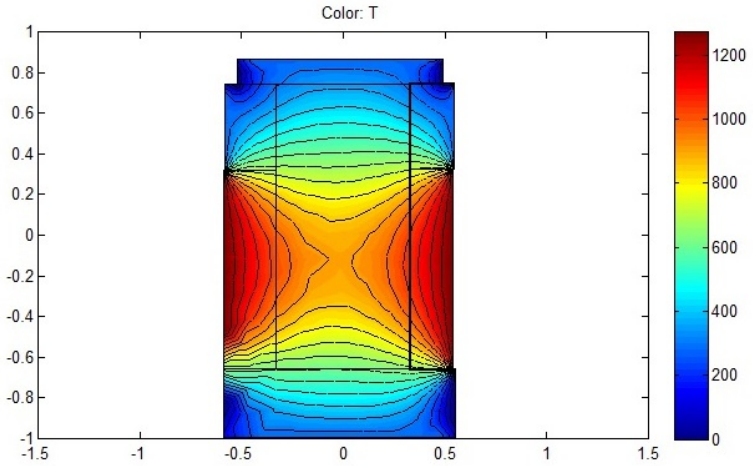


Рис.2. Пример расчета распределения теплового поля в рабочей камере шахтной печи

ЛИТЕРАТУРА

1. Кацнельсон Л.М., Кербель Б.М. Непрерывный твердофазный синтез ультра- и наноструктурных порошков оксидных материалов для производства высококачественной функциональной керамики. //Цветные металлы. №1. 2012. С. 70-74.

2. Кацнельсон Л.М., Кербель Б.М. Производство технологически равновесных оксидных функциональных материалов с повышенными электрофизическими параметрами.// [Электронный ресурс]. //Южно-сибирский научный вестник. 2013. №1(3), С. 34-46.

3. Лаптев Г.И., Лаптев Г.Г. Уравнения математической физики. М.: 2003,

4. The Partial Differential Equation Toolbox™ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mathworks.com/products/pde/. – 10.03.14.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65, nmd@ssti.ru

Представлена система автоматизированного проектирования эксплуатационных блоков полигонов скважинного подземного выщелачивания. Система позволяет выбирать оптимальные схемы вскрытия залежи, исходя из заданных пользователем критериев, повысить эффективности разработки месторождений урана, а также максимально автоматизировать процесс проектирования.

Эффективность разработки месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания зависит от выбора оптимальных схем вскрытия продуктивного горизонта. Основными задачами при проектировании эксплуатационных блоков являются: сокращение времени проектирования, избавление специалистов от выполнения рутинных операций вручную, повышение эффективности горно-подготовительных работ, сравнение различных проектов эксплуатационных блоков и выбор из них наиболее оптимального[1,2]. Для решения этих задач и максимальной автоматизации процесса проектирования эксплуатационных блоков целесообразно применять системы автоматизированного проектирования.

В настоящей работе представлена система автоматизированного проектирования эксплуатационных блоков, позволяющая создавать цифровые модели блоков в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах, рассчитывать основные геотехнологические параметры блоков и прогнозные геотехнологические показатели отработки, проводить сравнение различных схем вскрытия, в ручном, полуавтоматическом или автоматическом режимах, формировать отчеты.
Данная система входит в состав интегрированного программного комплекса, предназначенного для комплексного информационного обеспечения разработки месторождения урана полезных ископаемых методом скважинного подземного выщелачивания[3].

Исходными данными, необходимыми для проектирования и выбора оптимальных схем вскрытия являются: построенная по данным детальной разведки, геолого-математическая модель залежи; геологические параметры блоков (площадь блока, запас урана, средняя продуктивность, среднее содержание урана, горнорудная масса блока); финансово-экономические параметры (стоимости сооружения технологических

скважин, реагентов, электроэнергии, погружных насосов и т.д.); параметры физико-химических процессов; математические модели расчета целевых функций[4].

В разработанной системе можно выделить пять логических модулей: импорта данных, расчета параметров и показателей блока, создания цифровых моделей эксплуатационных блоков, оптимизации, подготовки отчетов. Структурная схема системы проектирования представлена на рисунке 2.

Рис. 1. Структурная схема системы проектирования

Модуль импорта данных осуществляет взаимодействие с базой геологических данных и предназначен для загрузки геолого-математических моделей и подсчетных блоков. Визуализация данных в модуле производится в виде пространственных распределений физических величин.

Модуль создания цифровых моделей позволяет производить построение эксплуатационного блока в ручном, полуавтоматическом, автоматическом режимах. Исходными данными для работы модуля являются параметры технологических ячеек. Результаты построения цифровой модели визуализируются в виде карт, схем.

Модуль расчета параметров и показателей блока предназначен для определения геотехнологических параметров и прогнозных геотехнологических показателей блока и финансово-экономических показателей. Исходными данными для работы модуля являются физико-

химические и финансово-экономические параметры. Результаты работы модуля визуализируются в виде графиков и таблиц.

Для оптимизации расположения эксплуатационных блоков используется модуль «Оптимизация». Он позволяет выбирать оптимальные схемы вскрытия блока на основе заданных пользователем критериев. Результат оптимизации визуализируется в виде графиков, таблиц, карт.

В модуле подготовки проектной документации производится анализ результатов проектирования, оценка эффективности отработки блоков, после чего производится формирование проектной документации, которая содержит координаты скважин, геотехнологические параметры и показатели отработки блока, а также финансово-экономические показатели, представленные в виде графиков, карт, таблиц.

Выбор оптимальных схем вскрытия осуществляется с помощью численных методов оптимизации. Вид целевой функции определяется пользователем. Возможно определение целевой функции в виде линейной комбинации выбранных функций с различными весовыми коэффициентами. Поиск экстремума целевой функции может происходить в ручном или автоматическом режиме. В автоматическом режиме поиск экстремума выполняется с помощью метода градиентного спуска. После нахождения оптимальной схемы вскрытия пласта программа выводит результаты в виде карт, графиков и таблиц, позволяя оценить результат оптимизации.

В качестве целевых функций оптимизации горных работ используются: отношение Ж/Т для заданной степени отработки эксплуатационного блока (отношение закаченного объема рабочих растворов к горнорудной массе блока); время, требуемое для заданной степени отработки эксплуатационного блока; степень вскрытия запасов эксплуатационными блоками; себестоимость добычи урана.

Основными способами оптимизации являются: перемещение и вращение блока как целого; изменение параметров эксплуатационных ячеек (расстояния между скважинами, расстояния между рядами, между скважинами в ряду); смена типа системы расположения технологических скважин или изменение координат скважин.

Система разработана в среде программирования Embarcadero RAD X3, программный код написан на языке программирования C++ с использованием объектно-ориентированного подхода. Система проектирования предназначена для применения на персональных компьютерах, работающих под управлением операционных систем Microsoft Windows. Работа информационной системы основана на клиент-серверной технологии и осуществляет взаимодействия с хранилищем данных посредством SQL запросов. Информация для работы программы

содержится в интегрированном хранилище данных. Рабочее окно системы проектирования представлено на рисунке 2.

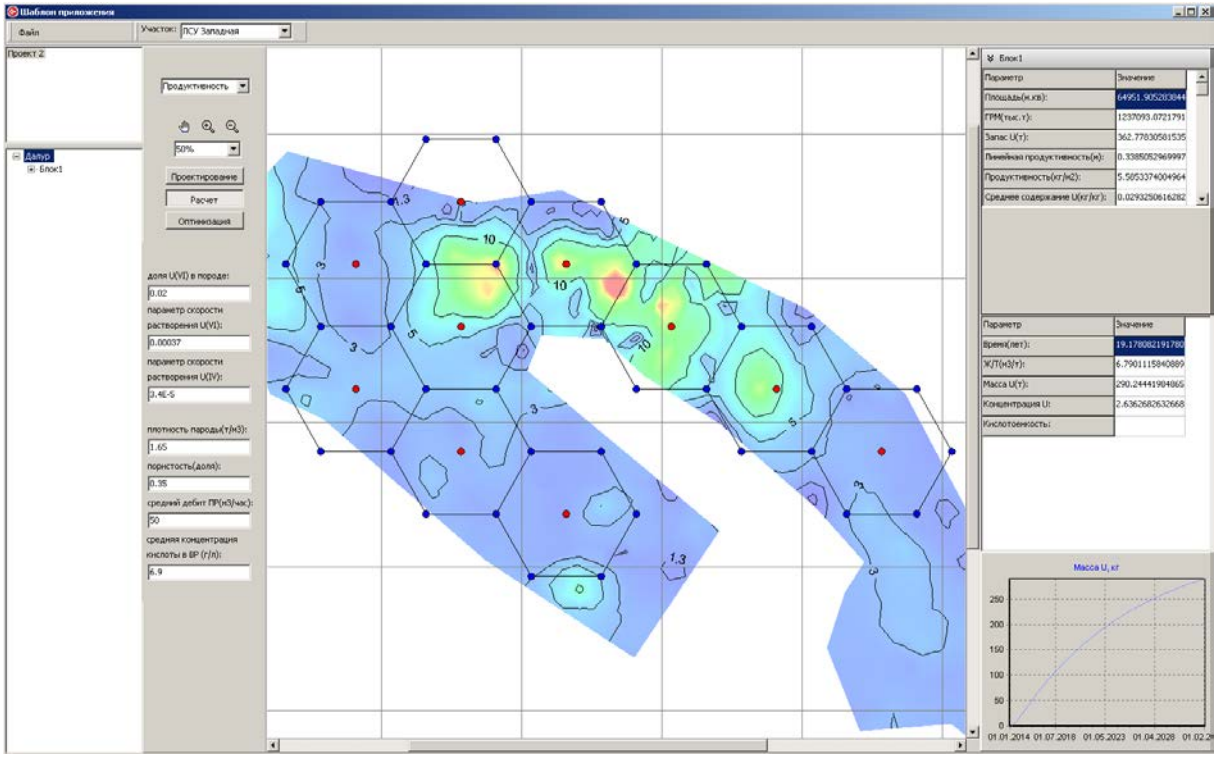


Рис. 2. Рабочее окно системы проектирования

ЛИТЕРАТУРА

1. Белецкий В.И., Богатков Л.К, Волков Н.И. и др. Справочник по геотехнологии урана. – М.: Энергатомиздат, 1997. – 672с.

2. Аренс В.Ж., Гридин О.М., Крейнин Е.В. и др. Физико-химическая геотехнология. – М.: Изд-во МГГУ, 2010. – 575 с.

3. Носков М.Д., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Чеглоков А.А. Программные средства управления добычей урана методом скважинного подземного выщелачивания // Вестник национального исследовательского ядерного университета МИФИ. – 2013. – Т.2. – № 1. – С.95-100

4. Истомин А.Д., Ладейщиков А.В., Носков М.Д., Чеглоков А.А Применение геологической геоинформационной системы при проведении ГРР на инфильтрационном месторождении урана // Разведка и охрана недр. – 2011. – № 8 . – С.6-11.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ ВСКРЫТИЯ ПОЛИГОНА СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65, nmd@ssti.ru

Представлен алгоритм автоматизированного построения схем вскрытия полигона скважинного подземного выщелачивания. Представлена последовательность выполнения операций алгоритма, рассмотрены основные этапы выполнения алгоритма.

При проектировании эксплуатационных блоков предприятий по добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания необходимо обеспечить максимальную степень вскрытия запасов урана (отношение запасов в эксплуатационных блоках к его запасам в подсчетных блоках). Для повышения производительности труда и оперативности при проектировании целесообразно применять информационные технологии [1].

В работе представлен алгоритм автоматизированного построения эксплуатационных блоков на основе геолого-математической модели продуктивного горизонта, а также геотехнологических и экономических параметров. В качестве исходных данных для работы алгоритма выступают: тип схем технологических ячеек (рядная, сгущенная рядная, гексагональная, шахматная); параметры технологических ячеек (расстояния между скважинами в ряду и расстояние между рядами); критическая площадь пересечения технологических ячеек с областью продуктивного горизонта. Алгоритм автоматизированного построения эксплуатационных блоков (рисунок 1) можно разделить на нескольких последовательных этапов. На первом этапе производится выбор области продуктивного горизонта, запасы которой планируется отрабатывать с помощью проектируемого эксплуатационного блока. В качестве данной области могут использоваться импортированные из базы геологических данных геологические подсчетные блоки, построенные по данным детальной разведки. Кроме этого область, запасы которой планируются к отработке, может быть построена автоматически или вручную. При автоматическом построении выделяется область балансового оруднения, в соответствии с кондиционными лимитами. Ручное построение осуществляется пользователем на основе пространственных распределений физических величин (метропроцента, эффективной мощности пласта).

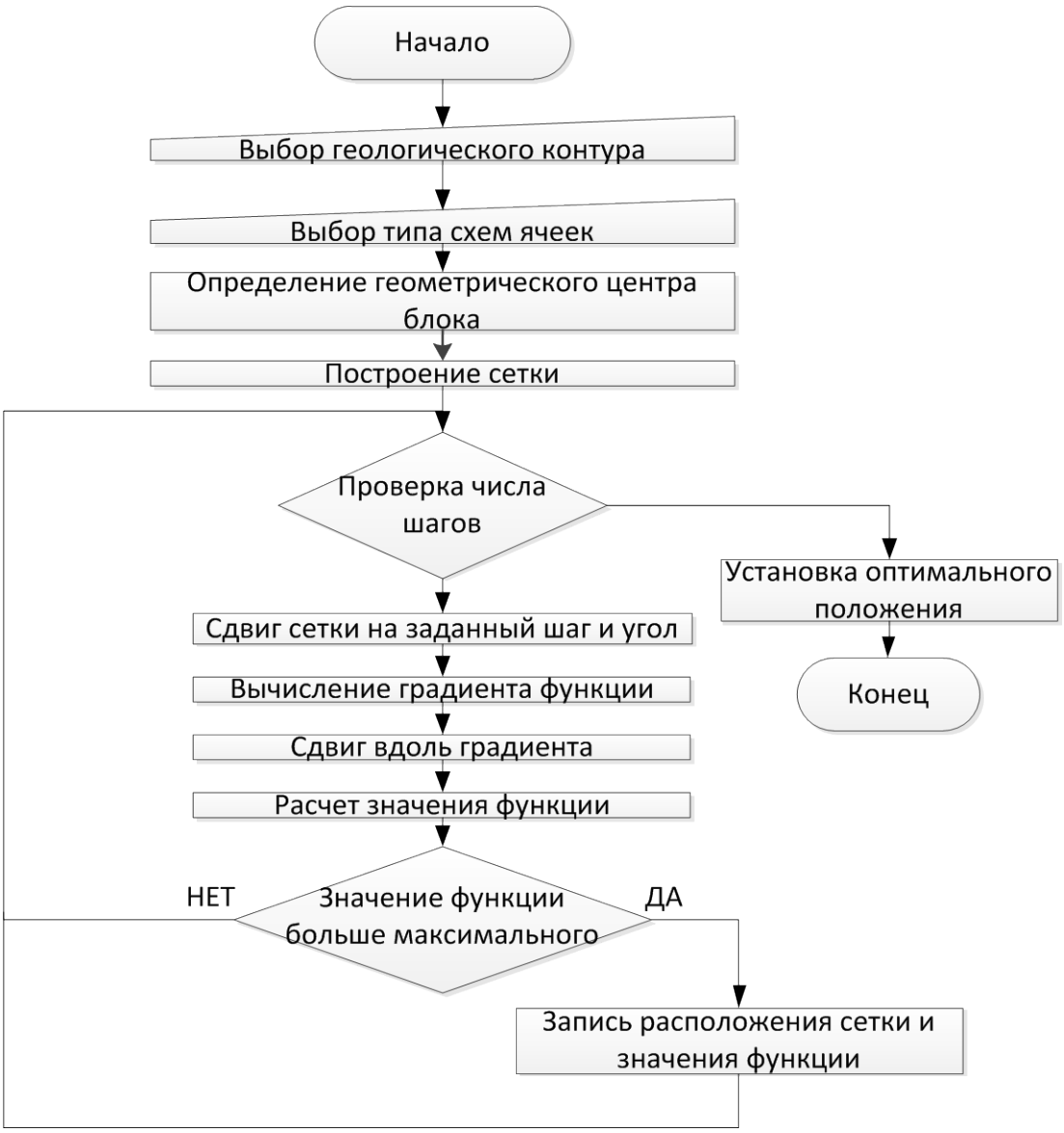


Рис. 1. Последовательность выполнения операций алгоритма

После того, как планируемая к отработке область выбрана, производится задание пользователем типа схемы и параметров технологических ячеек. Далее, в соответствии с выбранным типом схемы, строится предварительная сеть расположения технологических скважин, которая покрывает всю исследуемую область. На следующем этапе производится определение оптимального расположения сети, при котором наибольшее количество ячеек, имеет максимальную площадь пересечения с областью продуктивного горизонта. Оптимальное расположение определяется методом градиентного спуска. Процесс поиска заключается в последовательном приближении к экстремуму функции путем вращения и перемещения сети относительно выбранной области.

На последнем этапе производится поиск ячеек, которые не имеют пересечений с выбранной областью или площадь их пересечения меньше критической. После этого найденные ячейки отбрасываются. Схема расположения технологических ячеек, построенная с помощью данного алгоритма, представлена на рисунке 2.

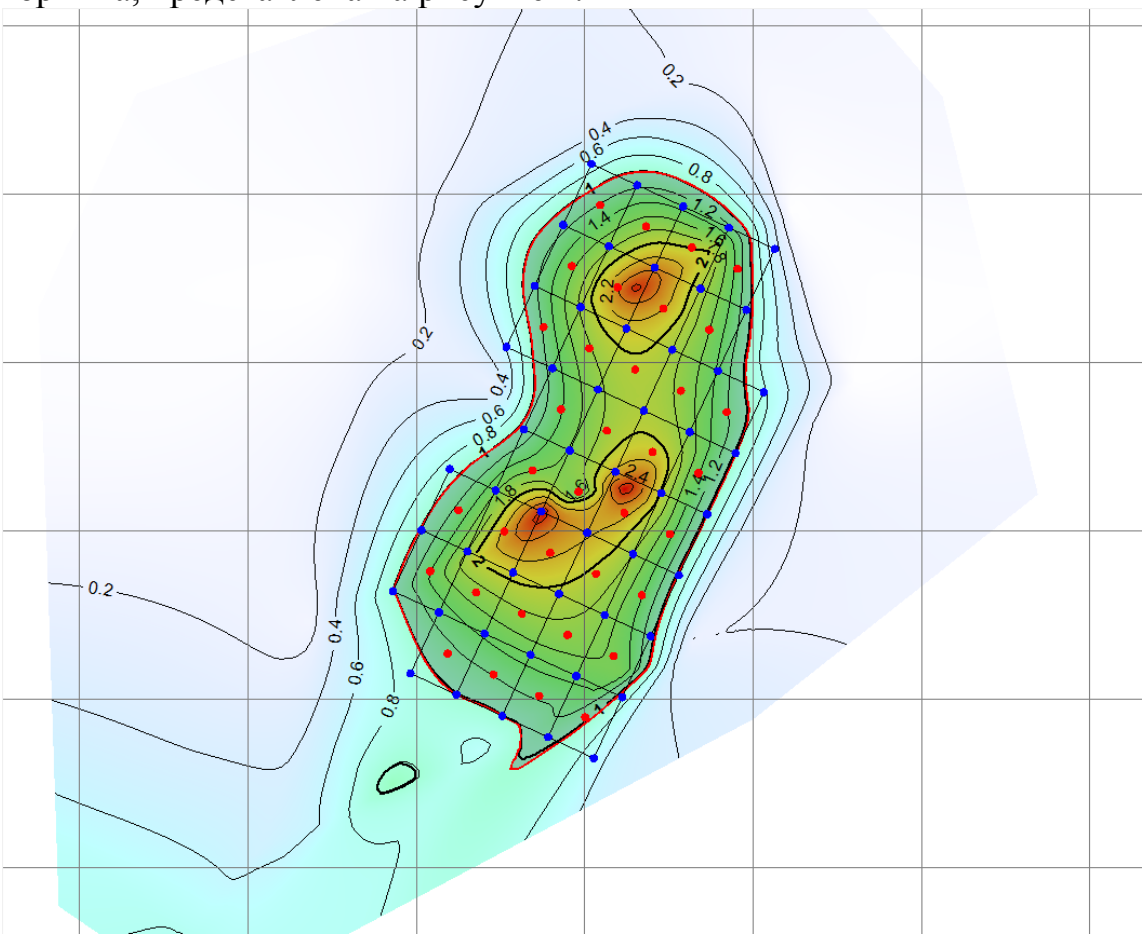


Рис. 2. Схема расположения технологических ячеек

Разработанный алгоритм позволяет: обеспечить максимальную степень вскрытия запасов урана; повысить производительность труда и оперативность при проектировании. Данный алгоритм предназначен для применения в автоматизированной системе проектирования эксплуатационных блоков в составе геотехнологического информационно-моделирующего экспертного комплекса [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Аренс В.Ж., Гридин О.М., Крейнин Е.В. и др. Физико-химическая геотехнология. – М.: Изд-во МГГУ, 2010. – 575 с.

2. Истомин А.Д., Носков М.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Чеглоков А.А. Программный комплекс для управления разработкой месторождения полезных ископаемых методом скважинного подземного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2011. - № 8. - С. 376 – 381.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕССОВАНИЯ ТАБЛЕТОК КЕРАМИЧЕСКОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Жиганов А.Н.[1], Истомин А.Д.[1], Матолыгин А.А.[1], Носков М.Д.[1], Чеглоков А.А.[1], Бахтеев О.А.[2], Лысиков А.В.[2], Михеев Е.Н.[2]

[1]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65

[2]ОАО «ВНИИНМ», 123098, г. Москва, а/я 369, ул. Рогова, д. 5а

В работе предлагается математическая модель, описывающая механическое поведение прессовки в процессе прессования. С помощью модели проведено исследование особенностей прессования топливной таблетки. Показано, что основными факторами, влияющими на распределение конечной плотности являются трение о стенки пресс-формы и иглу, а также особенности геометрии пуансонов.

Особенностью технологии порошковой металлургии заключается в том, что из порошка формируется готовое изделие прессованием, с последующим спекаем изделия. Качество получаемых изделий зависит от средней плотности сформованных заготовок, а так же ее распределения по объёму прессовки [1]. Эти характеристики определяются условиями прессования и свойствами прессуемого порошка. Для прогнозирования свойств прессуемых таблеток ядерного топлива и оптимизации технологического процесса целесообразно использовать математическое моделирование прессования. Перспективным подходом к моделированию прессования является описание порошкового тела как сплошной среды с некоторыми эффективными характеристиками, определяющими свойства представительного объема [2].

Процесс прессования таблетки ядерного топлива рассматривается в осесимметричной пресс-форме с двумя пуансонами и иглой.

Предложенная модель прессования основана на фундаментальных законах сохранения массы, импульса и энергии [2]. Закон сохранения массы имеет вид:

$$\frac{d}{dt}\int_V \rho dV = 0,\ \frac{d}{dt}\int_V \rho u dV = \int_S n\cdot\sigma dS,\ \int_V \rho E dV = \int_S n\cdot\sigma\cdot u dS \qquad (1)$$

где ρ – плотность прессовки; σ тензор напряжений; n – нормальв внешней поверхности; u – вектор скорости элементарного объема; V, S – объем и площадь поверхности прессовки.

Деформация элементарного объема складывается из двух частей, упругой и пластической. Связь компонент тензора напряжений σ_{ij} с компонентами тензора деформаций ε_{ij} ($i,j=\{r,\ \varphi\ ,\ z\}$) в прессовке определяется соотношениями:

$$\sigma_{ij} = 2G(\rho)\left(\varepsilon_{ij} - \varepsilon_{ij}^{p}\right) + \delta_{ij}\Lambda\left(\rho\right)\left(\theta - \theta^{p}\right), \qquad (2)$$

где $\theta = \varepsilon_{rr} + \varepsilon_{\varphi\varphi} + \varepsilon_{zz}$ – дилатансия, описывающая объемные деформации; δ_{ij} – символ Кронекера; $G(\rho) = \frac{E(\rho)}{2(1+\mu)}$, $\Lambda(\rho) = \frac{\mu E(\rho)}{(1+\mu)(1-2\mu)}$ – коэффициенты Ламэ (μ – коэффициент Пуассона; $E(\rho)$ – модуль упругости).

В качестве критерия перехода материала прессовки в пластическое состояние в данной работе используется несимметричная поверхность течения, характерная для прессования порошковых тел [3, 4] в виде:

$$F(\sigma,\rho) = \left(A(1-\rho)^m I_1\right)^2 + J_2 - \rho^{2n}\sigma_{кр} = 0, \qquad (3)$$

где $I_1 = 3P = \sum_{i=1}^{3}\sigma_{ii}$ – первый инвариант тензора напряжений (P – шаровая часть тензора напряжений); $J_2 = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3} S_{ij}S_{ji}$ – второй инвариант тензора девиатора напряжений; $S_{ij} = \sigma_{ij} - P\delta_{ij}$ – девиаторная часть тензора напряжений; $A, m, n, \sigma_{кр}$ – константы, характеризующие пластические свойства материала.

Начальные условия для моделирования соответствуют случаю, когда пресс-порошок свободно насыпан в пресс-форму. При этом прессуемое тело не содержит напряжений ($\sigma = 0$) и деформаций ($\varepsilon = 0$). Насыпная плотность прессовки предполагается одинаковой по всему объему прессовки $\rho = \rho_0$.

Граничные условия на стенках пресс-формы и иглы соответствуют нулевым значениям радиальных компонент вектора перемещений. На границах, отвечающих за поверхности пуансонов, задаются значения перемещений вдоль вертикальной оси на каждом шаге нагружения. На границах задаются так же поверхностные силы возникающие вследствие трения прессовки о пресс-форму и пуансоны. Вектор напряжения трения $\vec{f}_\tau$ определяется нормальной $\vec{\sigma}_n$ и тангенциальной $\vec{\sigma}_\tau$ компонентами вектора напряжения, действующего на поверхности контактирующих тел [3]:

$$\vec{f}_\tau = \begin{cases} -\chi\left|\vec{\sigma}_n\right|\dfrac{\vec{\sigma}_\tau}{\left|\vec{\sigma}_\tau\right|}, & \chi\left|\vec{\sigma}_n\right| \le \left|\vec{\sigma}_\tau\right| \\ -\vec{\sigma}_\tau, & \chi\left|\vec{\sigma}_n\right| > \left|\vec{\sigma}_\tau\right| \end{cases}, \qquad (4)$$

где χ – коэффициент трения.

Решение представленной системы дифференциальных уравнений находится с помощью метода конечных элементов [5]. Для линеаризации уравнений используется итерационный метод переменной жесткости [5]. Получающаяся система линейных алгебраических уравнений решается

методом бисопряженных градиентов (BiCGStab), для предобуславливания используется неполное разложение с контролем заполнения (ILU(3)) [6].

При моделировании использовались следующие значения параметров пресс-порошка. Зависимость модуля упругости от удельной плотности $\eta = \rho/\rho_T$ (ρ_T = 10.95 10^3 кг/м^3 теоретическая плотность диоксида урана) определялась функцией $E(\rho) = 0.8957(1-\mu)10^{3.69(\rho-0,28)}$ [4]. Коэффициенты Пуассона и трения принимались равными μ=0,28, χ=0,05 [4]. Насыпная плотность порошка ρ_0 равнялась 2.84 10^3 кг/м^3. Игла в расчетах считалась неподвижной. На каждом временном шаге перемещения пуансонов задавались равными по модулю и противоположными по направлению.

Распределение компонент σ_{zz} и σ_{rr} тензора напряжений в сечении А-А представлены на рис. 1 на момент окончания моделирования (максимальное сближение пуансонов). Область наибольших значений компоненты σ_{zz} формируется в месте контакта пуансонов и стенок пресс-формы, а так же в средней части внутренней области прессовки. Минимальное значение компоненты σ_{zz} тензора напряжений наблюдается в средней части внешней поверхности прессовки, что является следствием трения порошка о стенки пресс-формы. В области контакта плоской поверхности пуансонов и фаски имеет место локальное снижение величины компоненты σ_{zz} тензора напряжений, связанное с радиальными деформациями в этой зоне. Распределение значения компоненты σ_{rr} тензора напряжений связано с распределением компоненты σ_{zz}.

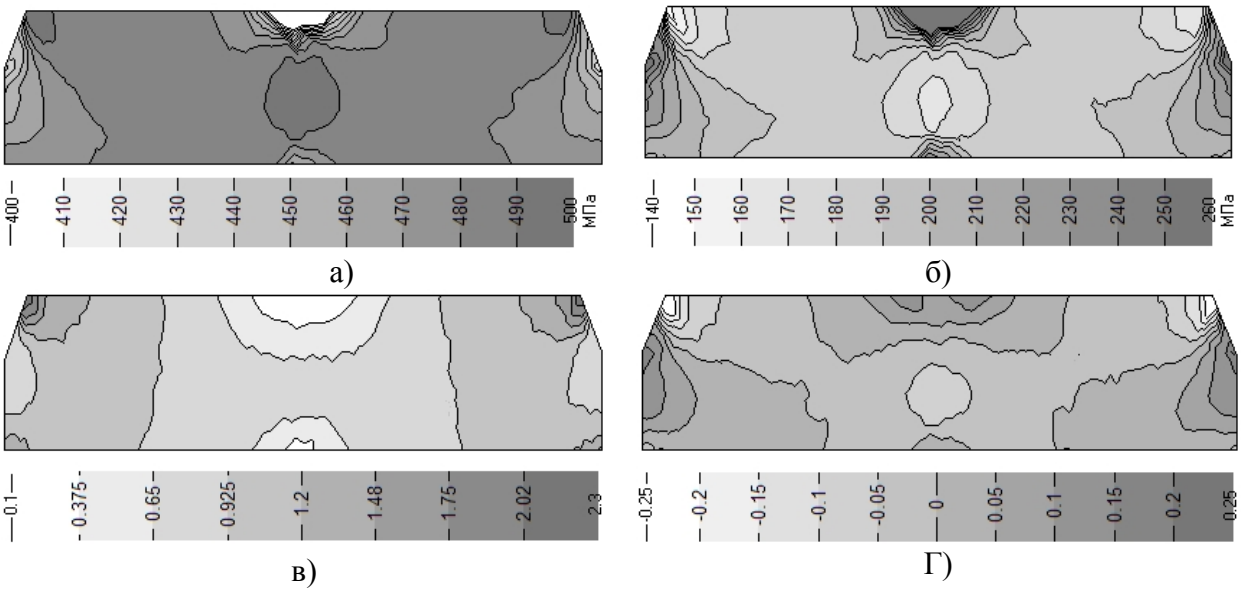


Рис. 1. Распределение компонент тензора напряжений σ_{zz} (а) и σ_{rr} (б) и тензора пластических деформаций ε_{zz}^p (в) и ε_{rr}^p (г)в сечении А-А

Области максимальных и минимальных значений компонент аксиальных ε_{zz}^p и радиальных ε_{rr}^p компонент пластической деформаций соответствуют аналогичным областям для распределения аксиальных σ_{zz} и

радиальных σ_{rr} компонент тензора напряжений. Следует отметить, что радиальные деформации на порядок меньше аксиальных.

Распределение плотности по прессовке определяется распределением пластических деформаций, при этом аксиальные деформации, в силу большей величины, оказывают доминирующее влияние (рис. 2). Области максимальной и минимальной плотности коррелируют с соответствующими областями аксиальных пластических деформаций. Также, следует отметить формирование областей с повышенной плотностью в зоне контакта плоской части пуансона и фаски, связанное с радиальными пластическими деформациями. Причиной данных локальных максимумов плотности является геометрическая неоднородность поверхности пуансонов.

Разработана математическая модель прессования таблетки ядерного топлива, учитывающая упругие и пластические свойства пресс-порошка. С помощью численного моделирования получены распределения основных характеристик напряженно-деформированного состояния прессовки.

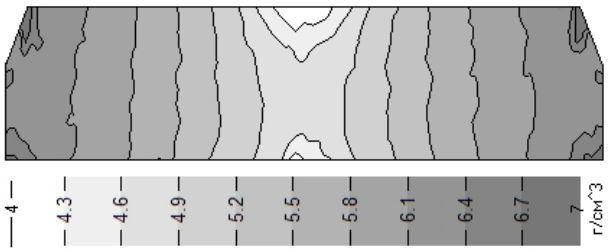


Рис. 2. Распределение плотности по сечению А-А

Показано, что основными факторами, определяющими неоднородность плотности топливных таблеток, являются трение о стенки пресс-формы и иглу, а также особенности геометрии пуансонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панов В.С., Лопатин В.Ю. Составы, технология и свойства порошковых материалов для ядерной техники.- М.: Изд-во МИСиС, 2008. – 105 с.
2. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Том 1,2. - М.: Наука, 1970. - 492 с+568 с.
3. Keshavarz Sh., Khoei A.R., Khaloo A.R.Contact friction simulation in powder compaction process based on the penalty approach// Materials and Design 29 , 2008, стр. 1199–1211.
4. Yanai K., Hirai M., Ishikawa T., Ishizaki J., Saitoh H. An analysis of density distribution in UO2 green pellet by finite element method// Journal of Nuclear Materials 257, 1998, стр. 318-330.
5. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике — М.: Мир, 1975, 541 с.
6. Саад Ю. Итерационные методы для разреженных линейных систем: Учеб. пособие. – В 2-х томах. Том 1 /Пер. с англ.: Х. Д. Икрамов; Предисл.: В. А. Садовничий. – М.: Издательство Московского университета, 2013. – 344 с.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ ВЫБРОСАХ В АТМОСФЕРУ

Жиганов А.Н., Истомина Н.Ю., Носков М.Д., Истомин А.Д.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г.Северск, MDNoskov@mephi.ru

Рассмотрено применение геоинформационных моделирующих систем для оценки воздействия выбросов радиоактивных веществ в атмосферу. Приведено описание структуры и функций программного комплекса «АРИА».

Одним из основных принципов обеспечения безопасности функционирования объектов атомной энергетики является экологическая безопасность прилегающих территорий, а также готовность к адекватному, эффективному и своевременному реагированию на ядерные и радиационные аварии [1]. Нештатные ситуации, сопряженные с риском выбросов радиоактивных веществ в атмосферу, могут возникать как вследствие природных катастроф [2] (извержение вулкана, землетрясение и т.п.), человеческого фактора, так и вследствие возникновения неисправности оборудования. Информационное обеспечение для поддержки принятия решений при аварийных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу должно представлять собой интегрированный программный комплекс, который должен предоставлять лицу, принимающему решение, средства для адекватного понимания сложившейся ситуации с использованием моделей, данных и знаний о радиационной обстановке. Сбор разнородной информации в условиях аварийной ситуации затруднителен и может потребовать значительного времени. Так как данные, необходимые для принятия решения, должны включать в себя сведения о параметрах выброса, метеоданных, населенных пунктах, расположенных на прилегающих территориях, а также нормативно-справочные данные. Предварительное накопление знаний о действиях во внештатных ситуациях значительно повышает оперативность принятия решения по обеспечению радиационной защиты населения, проживающего в непосредственной близости к источнику выброса. Интегрирование информационных ресурсов в виде баз данных, содержащих нормативную документацию и сведения о возможных составах радиоактивных выбросов, радиационных характеристиках радионуклидов, метеоусловиях, населенных пунктах, позволяет оперативно прогнозировать радиационную обстановку местности. Предварительная формализация процессов приобретения знаний о действиях во внештатных ситуациях позволяет разрабатывать базы продукционных правил. На основе которых и с учетом результатов прогнозных расчетов обеспечивается возможность оперативной выработки оптимальных решений по обеспечению радиационной защиты населения.

В связи с этим, интеграция возможностей современных моделирующих, геоинформационных и экспертных систем позволяет наиболее эффективно решать задачи, связанные с обеспечением радиационной безопасности [3]. В Северском государственном технологическом институте НИЯУ МИФИ был разработан геоинформационный экспертно-моделирующий комплекс (ГИЭМК) «АРИА», предназначенный для оценки последствий выбросов радиоактивных веществ в приземный слой атмосферы [4]. ГИЭМК «АРИА» представляет собой многопоточное проблемно-ориентированное программное обеспечение, предназначенное для работы на персональном компьютере под управлением операционной системы Windows 98 – XP. Сочетание в комплексе геоинформационной, моделирующей и экспертно-аналитической систем позволяет:

- представлять на карте местности населенные пункты, источники загрязнения, размеры и уровни загрязнения участков поверхности, визуализировать динамику распространения радиоактивных веществ;
- моделировать распространение радиоактивных веществ, рассчитывать дозы, обусловленные внешним и внутренним путями воздействия на человека;
- проводить оперативную оценку радиационной обстановки на основе результатов прогнозных расчетов, вырабатывать решения по снижению воздействия ионизирующего излучения на человека, формировать базы данных последствий радиационных аварий;
- обучать специалистов, ответственных за принятие решений, формировать практические навыки использования полученных знаний.

ГИЭМК состоит из геоинформационной, моделирующей и экспертно-аналитической систем. Геоинформационная система (ГИС) предназначена для хранения и отображения пространственно-временных и тематических данных, характеризующих рассматриваемую территорию и радиационную обстановку, сложившуюся в результате выбросов радиоактивных веществ в атмосферу. ГИС состоит из цифровых моделей (ЦМ) местности, радиационной обстановки, потенциально-опасных объектов и реципиентов радиационного риска, и, а также модуля общения. Как реципиенты техногенного риска, так и потенциально-опасные объекты геометрически классифицируются как точечные, линейные, площадные. Точечные объекты-реципиенты – контрольные точки, с помощью которых осуществляется наблюдение временной динамики физических величин в данной точке на местности. Линейными реципиентами риска являются транспортные коммуникации, реки. К площадным объектам-реципиентам

риска относятся населенные пункты. Принципы отображения потенциально-опасных объектов те же, что и для реципиентов риска. Каждый потенциально-опасный объект, кроме пространственных параметров содержит список наиболее вероятных выбросов.

Моделирующая система (МС) состоит из модулей управления, расчетов распространения примеси и дозовых нагрузок. Модуль управления позволяет пользователю активизировать, приостанавливать и прекращать процесс моделирования. В модуле расчета распространения примесей определяется рассеяние облака радиоактивных веществ с учетом параметров выброса, метеоусловий, свойств подстилающей поверхности. В модуле расчета дозовых нагрузок определяются эквивалентные дозы, обусловленные излучением облака радиоактивных веществ, загрязненной поверхностью, ингаляцией радионуклидов. Дозы рассчитываются с учетом цепочек радиоактивного распада и соответствующих характеристик излучения отдельных радионуклидов.

Экспертно-аналитическая система содержит модули общения, идентификации параметров моделирования, анализа радиационной обстановки, а также базы данных параметров моделирования распространения примесей, параметров расчета дозовых нагрузок, нормативных документов и аварийных планов. Модуль общения включает в себя диалоговую и объяснительную компоненты. С помощью диалоговой компоненты происходит ввод и вывод данных. Пользователем вводятся метеоданные, параметры выбросов и значения критериев, по которым осуществляется анализ радиационной обстановки. С помощью объяснительной компоненты пользователю предоставляются выработанные модулем анализа радиационной обстановки рекомендации. Отчет о работе ГИЭМК формируется посредством взаимодействия компонент модуля общения. Модуль идентификации параметров моделирования предназначен для определения значений параметров, необходимых для расчетов распространения облака радиоактивных веществ и дозовых нагрузок. Данный модуль содержит базу знаний (БЗ) моделирующей системы и решатель. Содержимое базы знаний представляет собой набор продукционных правил, предназначенных для инициализации параметров рассеяния примесей в приземном слое атмосферы, а также параметров расчета дозовых нагрузок. Модуль анализа радиационной обстановки предназначен для анализа сложившейся ситуации и выработки рекомендаций действий по снижению негативного воздействия радиоактивных веществ на население. Данный модуль содержит БЗ анализа радиационной обстановки и решатель. БЗ анализа радиационной обстановки содержит продукционные правила, с помощью которых происходит сопоставление результатов расчетов с критериями безопасности, введенными пользователем и/или содержащимися в базе данных нормативных документов.

ГИЭМК «АРИА» может использоваться специалистами аварийно-технических центров, подразделениями охраны окружающей среды и гражданской обороны для прогнозирования распространения радиоактивных примесей в атмосфере вследствие аварийных ситуаций на предприятии; определения удельных активностей на поверхности и в атмосфере; проведения расчетов коллективных и индивидуальных эквивалентных доз, обусловленных загрязненной поверхностью, облаком радиоактивных примесей, ингаляцией радионуклидов; разработки рекомендаций по ликвидации последствий выбросов радиоактивных веществ в приземный слой атмосферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян Р.В. Научно-техническое обеспечение аварийного реагирования [Электронный ресурс] / Р.В. Арутюнян // Российское атомное общество. Сверхновая энергетика – 2011. – Режим доступа: URL: http://www.atomic-energy.ru/articles/2011/03/18/19886 – 18.03.2011.
2. Арутюнян Р. В. Оперативный анализ аварии на АЭС "Фукусима-1" (Япония) и прогнозирование ее последствий / Р. В. Арутюнян, Л.А. Большов, А.Е. Киселев, С.Н. Красноперов, О.А. Павловский, С.В. Панченко, Д.А. Припачкин, В.Ф. Стрижов // Атомная энергия. - 2012. - Т. 112, вып. 3. - С. 151-159.
3. Геловани, В.А. и др. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / А.А. Башлыков, В.Б. Бритков, Е.Д. Вязилов – М.: Эдиторал УРСС, 2001. -304 с.
4. Носков, М.Д. и др. Геоинформационный экспертно-моделирующий комплекс «АРИА» для оценки последствий выбросов радиоактивных веществ в атмосферу / М.Д. Носков, А.Д Истомин, Н.Ю. Истомина, А.А. Чеглоков // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011613014 от 14.04.2011.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОТРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БЛОКОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА СПОСОБОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Кеслер А.Г.[1], Бабкин А.С.[2], Гуцул М.В.[1], Носкова С.Н.[1], Носков М.Д.[1], Сакирко Г.К.[1], Теровская Т.С.[1]

[1]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65

[2] ЗАО «Далур», 641750 с. Уксянское, РФ

В работе представлена практика применения геотехнологического моделирования для проектирования и отработки эксплуатационных блоков при добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). На стадии проектирования моделирование используется для определения оптимальных параметров технологических схем, выбора оптимальных систем вскрытия залежей и предварительной оценки показателей отработки проектируемых блоков. На стадии отработки геотехнологическое моделирование применяется для определения текущего состояния продуктивного горизонта, выполнения краткосрочных и среднесрочных прогнозов геотехнологических показателей отработки, выработки предложений по повышению эффективности работы блоков, а также для геоэкологического мониторинга недр. На стадии доработки запасов и вывода блоков из эксплуатации моделирование используется для нахождения оставшихся в рудном теле целиков урана, подготовке предложений по их доработке, определения проработанных областей с низкой продуктивностью, подготовке предложений по выводу блока из эксплуатации.

Повышение рентабельности разработки месторождения и увеличение доли урана извлекаемого из рудного тела являются основными задачами управления геотехнологическим предприятием. Для их решения нужно уметь оценивать запасы урана, располагать информацией о геохимическом состоянии продуктивного горизонта и подземных вод, а также иметь возможность прогнозировать изменение геотехнологических показателей и сравнивать различные системы разработки блоков месторождения. Решение поставленных задач возможно с помощью геотехнологического моделирования, основанного на математической модели, адекватно описывающей основные гидродинамические и физико-химические процессы, происходящие в продуктивном горизонте при сернокислотном СПВ урана [1-3].

Для решения поставленной задачи был разработан геотехнологический информационно-моделирующий комплекс «Курс». Комплекс позволяет создавать геотехнологические цифровые модели (ЦМ) блоков, включающие в себя ЦМ геологической среды и ЦМ технологических объектов, а также проводить моделирование СПВ урана.

Моделирование процесса СПВ основано на комплексной физико-математической модели [4], описывающей распределение давления, фильтрацию жидкости и связанный с ней массоперенос, гидродинамическую дисперсию, растворение и переотложение минералов, кислотно-основные процессы, комплексообразование, гомогенные и гетерогенные окислительно-восстановительные процессы и др. Геотехнологические расчеты проводятся с учетом литологических, минералогических, гидрологических и геологических особенностей строения продуктивного горизонта, реальных режимов работы технологических скважин и составов нагнетаемых растворов.

Разработанный геотехнологический информационно-моделирующий комплекс применяется в ЗАО «Далур» для повышения эффективности управленческих решений проектирования и отработки блоков методом СПВ на всех стадиях эксплуатации месторождения. На стадии проектирования геотехнологическое моделирование используется для определения оптимальных параметров технологических схем, выбора оптимальных систем вскрытия залежей и предварительной оценки показателей отработки проектируемых блоков. Методика определения оптимальных параметров технологических схем основана на определении наилучших геотехнологических показателей отработки блока в зависимости от его технологических параметров.

Оценка эффективности различных проектов технологических блоков осуществляется с помощью многовариантных прогнозных расчетов. Для каждого из проектов строится геотехнологическая ЦМ и выполняется моделирование процесса отработки блока. При составлении проектов могут варьироваться: тип технологической схемы (гексагональная, рядная и др.), параметры технологической схемы (расстояние между рядами, расстояние между скважинами в ряду и др.), дебиты технологических скважин, концентрация кислоты в ВР. Геотехнологическое моделирование отработки блоков проводится на весь период времени от планируемого момента начала отработки до момента достижения требуемой степени извлечения или падения концентрации урана в продуктивном растворе (ПР) ниже минимально допустимого (с точки зрения технологии или экономики) значения. По результатам геотехнологических расчетов определяются оптимальные схемы вскрытия планируемых к отработке блоков и режимы их эксплуатации.

На стадии отработки геотехнологическое моделирование применяется для определения текущего состояния продуктивного горизонта, выполнения краткосрочных и среднесрочных прогнозов геотехнологических показателей отработки, выработки предложений по повышению эффективности работы блоков, а также для геоэкологического мониторинга недр [3, 4]. Геотехнологические модели работающих блоков создаются на данных исследования технологических и

разведывательных скважин интерполяционными или геостатистическими методами. На основе созданных геотехнологических моделей проводятся эпигнозные расчеты отработки блоков. На основе эпигнозных расчетов строятся карты распределений физико-химических величин, а также зависимости концентрации урана и кислоты в ПР, степени извлечения, удельного расхода кислоты и других показателей отработки от времени и параметра ж/т. На основе результатов эпигнозных расчетов проводятся краткосрочные и среднесрочные прогнозные расчеты эксплуатации работающих блоков, определяются геотехнологические показатели и строятся графики производства продукции.

Также по результатам эпигнозных расчетов выявляются участки блоков, где процесс СПВ происходит недостаточно эффективно. Причинами снижения эффективности отработки блоков может быть образование застойных гидродинамических зон, разбавление ПР пластовыми водами, растекание технологических растворов за пределами контура блока, дебаланс между закачкой и откачкой по блоку в целом и отдельным ячейкам и др. Вырабатываются предложения по изменению гидродинамических потоков с целью повышения эффективности СПВ урана, после чего выполняются прогнозные геотехнологические расчеты с целью проверки правильности сделанных предложений. Методами управления гидродинамическими потоками являются: реверс технологических скважин, изменение дебитов откачных и нагнетательных скважин, вывод скважин из эксплуатации. Критериями для выбора наилучших альтернатив являются повышение качества ПР, увеличение темпов добычи урана, уменьшение расхода реагентов.

На стадии доработки запасов и вывода блоков из эксплуатации геотехнологическое моделирование применяется для нахождения оставшихся в рудном теле целиков урана, подготовке предложений по их доработке, определения проработанных областей с низкой продуктивностью, подготовке предложений по выводу блока из эксплуатации. По результатам анализа распределений физических величин в окрестности блока (продуктивность, концентрация кислоты, концентрация урана и др.) а также режимов работы технологических скважин, готовятся предложения по изменению гидродинамических потоков с целью движения ВР через оставшиеся области с высокой продуктивностью и снижения расхода реагентов на взаимодействие с кислотопоглощающими минералами в проработанных областях. Далее выполняются прогнозные геотехнологические расчеты и делаются выводы об эффективности внесенных предложений.

Таким образом, применение геотехнологического моделирования является эффективным инструментом для решения широкого спектра геотехнологических задач, возникающих на различных стадиях отработки блоков месторождения урана методом сернокислотного СПВ. На стадии

проектирования геотехнологическое моделирование может быть использовано для определения оптимальных характеристик технологических схем проектируемых блоков, выбора проекта блока, обеспечивающего наиболее эффективную отработку вскрываемого участка рудной залежи, получения предварительных прогнозов геотехнологических показателей отработки проектируемых блоков и составления плана производства продукции. На стадии отработки моделирование может быть применено для определения текущего состояния продуктивного горизонта, выполнения краткосрочных и долгосрочных прогнозов геотехнологических показателей отработки, выработке эффективности предложений по повышению эффективности работы блоков. На стадии доработки запасов геотехнологическое моделирование может применяться для нахождения оставшихся целиков урана, определения проработанных областей, генерации предложений по проработке целиков и снижению расхода реагентов на взаимодействие с безрудными минералами, выработки предложений по выводу блока из эксплуатации.

Результаты геотехнологического моделирования позволяют принимать эффективные решения по управлению геотехнологическим процессом, основываясь на достоверной и актуальной информации. Это является важным фактором повышения конкурентоспособности геотехнологического предприятия и способствует снижению себестоимости добычи урана, достижению требуемой степени отработки запасов и обеспечению экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Носков М.Д., Жиганов А.А., Истомин А.Д., Кеслер А.Г., Чеглоков А.С. Геотехнологический информационно-моделирующий комплекс для повышения эффективности разработки месторождений урана методом подземного выщелачивания // Маркшейдерия и Недропользование, 2009. – № 2. – С.58-61.
2. Носков М.Д., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н. Применение математического моделирования для решения геотехнологических и экологических задач при добыче урана способом подземного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. - № 7. –С. 361-366.
3. Гуцул М.В., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Носков М.Д. Применение геотехнологического моделирования для повышения эффективности разработки месторождения урана методом подземного выщелачивания // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – №4/2. – С. 109-113.
4. Кеслер А.Г., Носков М.Д., Истомин А.Д., Носкова С.Н. Комплексная физико-химическая модель сернокислотного выщелачивания урана из песчано-глинистых пород инфильтрационных месторождений // Вестник Российской академии естественных наук. – 2013. – №7. – С.41-47.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПЕРИОДОВ ЗАКАЧКИ И ОТКАЧКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА ИЗ МАЛЫХ РУДНЫХ ТЕЛ МЕТОДОМ PUSH-PULL

Семенова Р.А., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Истомин А.Д., Носков М.Д.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г.Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 65., nmd@ssti.ru

В рамках результаты компьютерных исследований добычи урана одиночной скважиной методом push-pull из малого рудного тела. Исследования проводились на примере реально существующего малого рудного тела Усть-Уксянской залежи Далматовского месторождения урана. Показано, что существуют значения длительности этапов закачки и откачки, а также периода простоя между нагнетанием и откачкой, при которых значения средней концентрации металла в продуктивных растворах (ПР) и массы урана, извлеченного за время опыта, максимальны.

Сернокислотное скважинное подземное выщелачивание является одним из эффективных и перспективных методов добычи урана. Выбор технологических схем отработки блоков месторождения существенно зависит от особенностей залегания рудных тел в продуктивном горизонте [1]. Использование классических технологических схем (гексагональной, сгущенной рядной и др.) может быть неэффективно для вскрытия, отделённых от основного рудного тела, малых рудных образований. Извлечение урана из малого рудного тела может быть осуществлено с помощью одиночной скважины, работающей в режиме push-pull.

В рамках настоящей работы с помощью специализированного программного пакета [2 – 4] были проведены численные исследования и выявлены основные закономерности добычи урана одиночной скважиной методом push-pull (периодически повторяющаяся закачка ВР и последующая откачка ПР через одну и ту же скважину). Исследования проводились на примере реально существующего малого рудного тела, вскрытого разведывательной скважиной К-1406, расположенной на расстоянии 150 м от технологического блока У-2А. Согласно данным геотехнологического разреза, рудное тело в окрестности скважины расположено в одном рудном пересечении с рудным телом, вскрытом скважинами блока У-2.

На первом этапе была создана геотехнологическая ЦМ, включающая в себя геологическую ЦМ продуктивного горизонта и ЦМ технологических объектов. На основе данных геологических и геотехнологических разрезов, а также по данным измерений в технологических и разведывательных скважинах, методом ближайших соседей были построены распределения эффективной мощности продуктивного горизонта, содержания урановых

минералов и продуктивности. Полученное распределение продуктивности в окрестности скважины К-1406 и блока У-2А представлено на рисунке 1.

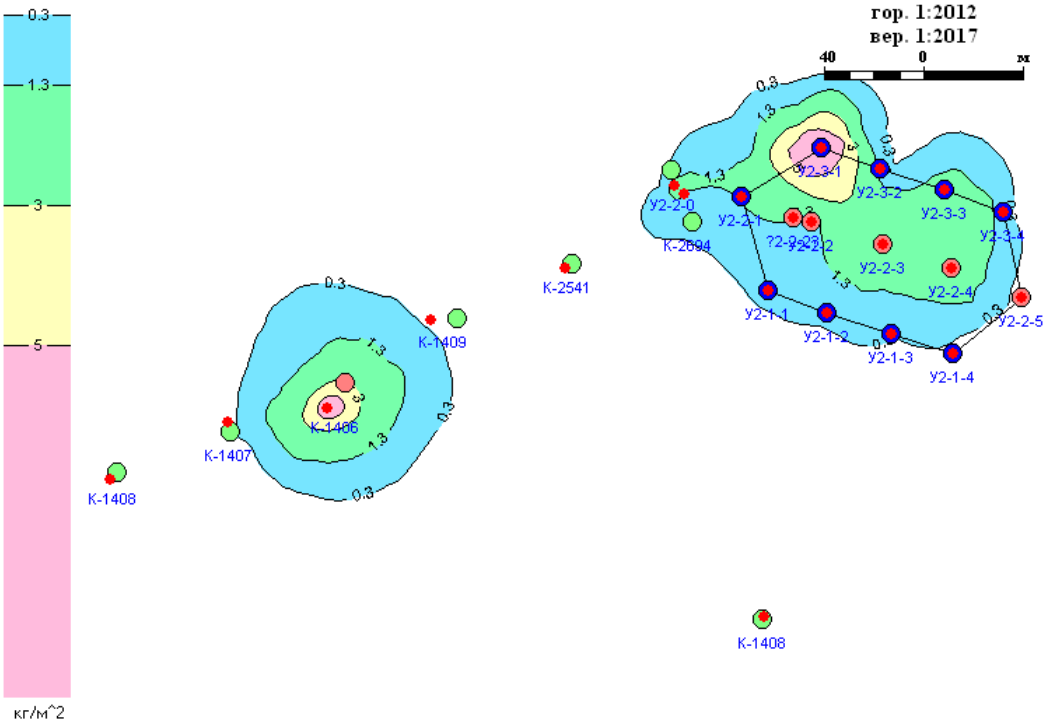
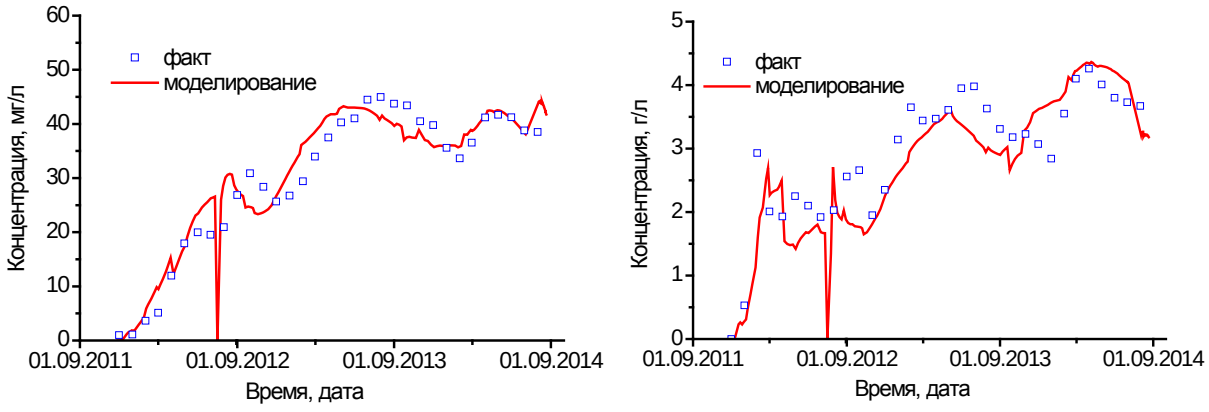


Рис.1. Распределение продуктивности (кг/м^2) в окрестности блока У-2А и разведывательной скважины К-1406

На основе созданной ЦМ были проведены численные исследования и определены значения показателей отработки малого рудного тела в зависимости от режимов работы скважины. Параметры взаимодействия ВР с рудовмещающей породой определялись по данным результатов эпигнозных расчетов отработки блока У-2. Достоверность нахождения параметров моделирования подтверждается хорошим совпадением результатов моделирования блока У-2 с фактическими данными (рисунок 2).



а) б)

Рис.2. Сравнение рассчитанных зависимостей концентрации урана (а) и кислоты (б) в ПР блока У-2 от времени с фактическими данными

В рамках настоящей работы были выполнены численные исследования влияния длительности периодов закачки и откачки при отработке малого рудного тела методом push-pull. Моделировалась работа скважины в течение двух лет. Значения концентраций кислоты, урана, окислителя и железа в ВР составляли 7,2 г/л, 1 мг/л, 102 мг/л и 1200 мг/л соответственно. Окислительно-восстановительный потенциал ВР равнялся 430 мВ. Длительность периодов закачки и откачки совпадала. Дебит закачки равнялся дебиту откачки и составлял 2,5 $м^3$/ч.

Результаты моделирования показали, что имеют место максимум средней за время опыта концентрации урана в ПР, соответствующий длительности этапов нагнетания и откачки равной трем месяцам (рисунок 3). Эффективность проработки рудного тела определяется его размерами, объемами закачанных и откачанных растворов на различных этапах работы скважины, времени контакта ВР с рудовмещающей породой, скоростью растворения урановых минералов и скоростью нейтрализации серной кислоты. При равных друг другу и постоянных дебитах закачки и откачки эффективность извлечения урана будет, в первую очередь, зависеть от размера рудного тела и длительности этапов нагнетания. Для малого рудного тела в окрестности скважины оптимальная величина этапов нагнетания и откачки оказалась равной трем месяцам, что соответствует объемам растворов 1826 $м^3$ закачанных (и откачанных) на каждом из этапов. Временные зависимости концентрации урана в ПР и массы извлеченного урана, соответствующие максимумам зависимостей массы извлеченного урана и средней концентрации урана в ПР, представлены на рисунке 4.

Рис.3. Зависимость средней концентрации урана в ПР от продолжительности периодов нагнетания и откачки

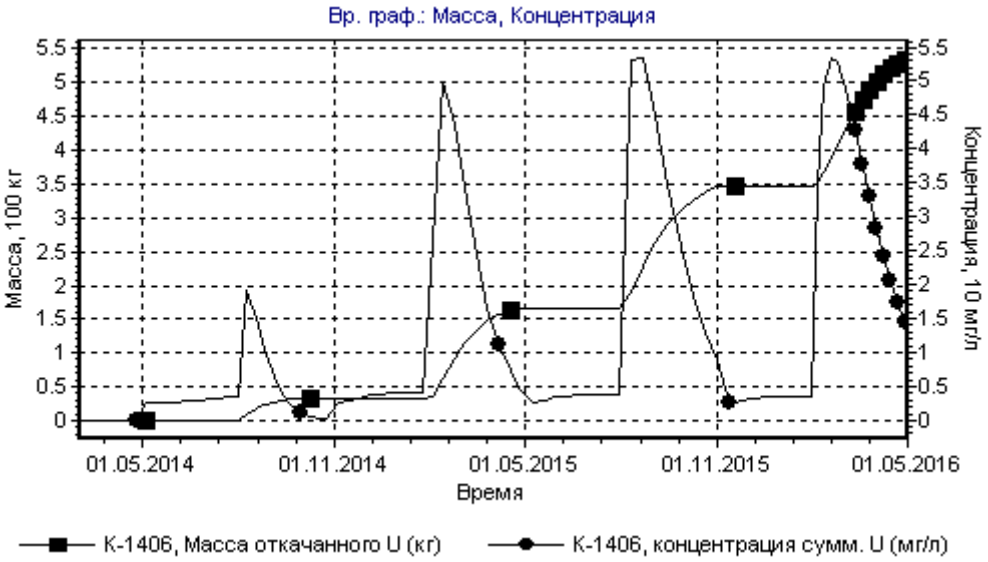


Рис.4. Зависимости концентрации урана в скважине и массы добытого урана от времени. Продолжительность этапов нагнетания и откачки равняется трем месяцам

Таким образом, результаты моделирования показали, что существуют значения периодов откачки и нагнетания, обеспечивающие максимальные значения средней концентрации урана в ПР при отработке малых рудных тел методом push-pull. Длительность периодов закачки и откачки, обеспечивающая наиболее высокое качество ПР определяется размерами малого рудного тела, приемистостью скважины, временем контакта ВР с рудовмещающей породой, интенсивностью растворения урановых минералов и скоростью нейтрализации серной кислоты безрудными минералами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белецкий В.И., Богатков Л.К, Волков Н.И. и др. Справочник по геотехнологии урана. – М.: Энергатомиздат, 1997.– 672с.
2. Носков М.Д., Жиганов А.Н., Истомин А.Д., Кеслер А.Г. Программный комплекс для моделирования процесса подземного выщелачивания урана В кн. Подземное и кучное выщелачивание урана, золота и других металлов. В 2т. Т.1: Уран. М.: Изд-во "Руда и металлы", 2005. – С. 297–306.
3. Носков М.Д., Истомин А.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н. Геотехнологический информационно-моделирующий комплекс для оценки экологических последствий разработки месторождения урана методом скважинного подземного выщелачивания //Экологические системы и приборы. – 2008. – № 10. – С.33-37.
4. Носков М.Д., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н. Применение математического моделирования для решения геотехнологических и экологических задач при добычи урана способом подземного выщелачивания Горный информационно-анналитический бюллетень. –2012. –№ 7. – С. 361-366.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕДР ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Теровская Т.С.[1]., Бабкин А.С.[2], Кеслер А.Г.[1], Носков М.Д.[1], Посохова Е.М.[2]

[1]Северский технологический университет НИЯУ МИФИ, 636019, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65.

[2] ЗАО «Далур», 641750, Курганская обл., Далматовский район, с. Уксянское, ул. Ленина, 42

В статье рассматриваются основные процессы, влияющие на миграцию загрязняющих веществ, методы мониторинга состояния недр и прогнозирования геоэкологических последствий при добыче урана методом СПВ.

Перспективным способом разработки урановых месторождений является метод скважинного подземного выщелачивания (СПВ) [1]. Методом СПВ разрабатывают месторождения урана, в которых рудное тело находится в хорошо проницаемом подземном водоносном продуктивном горизонте. Метод СПВ имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными способами добычи полезных ископаемых [1], таких как высокая технологичность производства, возможность разработки месторождений с относительно низким содержанием урана, снижение загрязнения окружающей среды и др. В процессе СПВ в продуктивный горизонт нагнетается рабочий раствор, в состав которого входят вещества, способные растворять содержащие уран минералы. Выбор этих веществ зависит от минералогического состава вмещающей пород. В результате совокупности взаимосвязанных физико-химических процессов в подземном водоносном горизонте происходит образование насыщенного ураном продуктивного раствора, который выводится через откачные скважины. Далее продуктивный раствор подается на перерабатывающий комплекс. Образующиеся после переработки продуктивного раствора маточные растворы доукрепляются выщелачивающими реагентами и снова подаются в нагнетательные скважины в качестве рабочих растворов. Таким образом, добыча урана осуществляется без поднятия руды на поверхность путем избирательного перевода ионов природного урана в продуктивный раствор непосредственно в недрах. При этом разработка месторождения не сопровождается образованием отвалов вскрышных пород и хвостохранилищ, осушением подземных водоносных горизонтов, образованием сбросных вод гидрометаллургических заводов и др. Таким образом, добыча урана методом СПВ оказывает меньшее влияние на окружающую среду по сравнению с традиционными подземным и открытым горными способами. Однако, при разработке месторождения

методом СПВ, в результате нагнетания выщелачивающего раствора и взаимодействия его с вмещающей породой, в подземные воды поступают различные загрязняющие вещества [2]. Для обеспечения экологической безопасности добычи урана методом СПВ и снижения воздействия на окружающую среду необходимо контролировать распространение технологических выщелачивающих растворов и загрязнение подземных вод, как в процессе подземного выщелачивания, так и после его завершения.

ЗАО «Далур» — первое в России предприятие по добыче урана способом СПВ. Предприятие расположено в Далматовском районе Курганской области. ЗАО «Далур» ведет промышленную эксплуатацию и разработку месторождений, относящихся к Зауральскому урановорудному району (Далматовское, Хохловское и Добровольное). Для выщелачивания урана применяются слабые растворы серной кислоты и нитрита натрия (окислитель). Серная кислота, помимо ураносодержащих минералов, взаимодействует с другими минералами, входящими в состав вмещающей породы. В результате чего в подземные воды поступают различные загрязняющие компоненты, при этом общая минерализация технологических растворов может возрастать до первых десятков грамм в литре. С точки зрения экологии наибольший интерес представляют радионуклиды, компоненты выщелачивающих реагентов и продукты их преобразований (SO_4^{2-}, NO_2^-, NO_3^-, NH_4^+), а также вещества, переходящие в технологические растворы в количествах существенно превышающих допустимые нормы (Be^{2+}, Al^{3+}, $Fe^{2+,3+}$, V^{4+}, Cd^{2+}). Миграция всех загрязняющих веществ определяется гидродинамическими и физико-химическими процессами. К гидродинамическим процессам относятся фильтрация растворов в поровом пространстве и гидродинамическая дисперсия. Физико-химические процессы включают в себя комплексообразование, диффузию, гомофазные и гетерофазные окислительно-восстановительные и кислотно-основные процессы, различные виды сорбции, реакции осаждения-растворения минералов, соосаждение компонентов раствора.

Из анализа способности компонентов участвовать в тех или иных физико-химических процессах и взаимодействовать с вмещающей породой, выявлено, что максимальными миграционными характеристиками обладают нитрат и сульфат ионы. Однако, концентрации в рабочих растворах нитрат-ионов малы, по сравнению с концентрацией сульфат-иона, которые при подземном выщелачивании во много раз превышают концентрации каких-либо других компонентов. Таким образом, сульфат ион можно рассматривать как основной макрокомпонент – индикатор загрязнения, который обладает высокой миграционной способностью, по распространению которого можно судить об области распространения загрязнения подземных вод.

Основой экологического мониторинга состояния недр в ЗАО «Далур» являются результаты опробования технологических (около полутора тысяч) и наблюдательных скважин (77 шт.). Наблюдательные скважины в вертикальном разрезе вскрывают все надрудные водоносные горизонты (олигоцен-четвертичный – 24 шт.; серовский – 6 шт.; камышловский – 9 шт.; мысовской – 5 шт.; средне-верхнеюрский рудоносный горизонт – 33 шт.). Ежеквартально проводятся единовременные замеры уровней подземных вод в наблюдательных и эксплуатационных скважинах, с целью определения растекания выщелачивающих растворов за пределы контуров отработки, с одновременным отбором проб из скважин, а также выполняются геофизические исследования в наблюдательных и эксплуатационных скважинах с целью изучения технического состояния обсадных колонн. Лабораторией ЗАО «Далур» проводится экспресс-анализ технологических растворов и сокращенный химический анализ проб из технологических и наблюдательных скважин. Экспресс-анализ включает анализ растворов на U, pH, Eh, H_2SO_4. При сокращенном химическом анализе продуктивных и выщелачивающих растворов определяют содержание следующих компонентов U, pH, Eh, H_2SO_4, SO_4^{-2}, HCO^-, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, Ca^{+2}, Mg^{+2}, (Na^+ + K^+), Fe^{+2}, Fe^{+3}, общая минерализация. Отобранные пробы на радиационные показатели (суммарная α- и β-активность, Th-232, Ra-226, U-234, U-235, U-238) направляются на выполнение в специализированную лабораторию предприятия «Радон» в г. Челябинск с периодичностью один раз в год.

Для построения карт растекания технологических растворов в продуктивном горизонте за пределы контуров отработки и прогнозирования загрязнения подземных вод в ЗАО «Далур» применяется программный комплекс «КУРС» [3]. Комплекс состоит из геологической геоинформационной, технологической и моделирующей систем. Геологическая геоинформационная система предназначена для ввода, хранения, обработки и визуализации данных, характеризующих состояние продуктивного горизонта в рассматриваемой области. Технологическая система предназначена для ввода, хранения и визуализации данных о работе добычного комплекса. Моделирующая система описывает гидродинамические и физико-химические процессы, происходящие в продуктивном горизонте. Гидродинамический блок включает в себя расчет распределения давления, скорости фильтрации растворов, конвективного массопереноса и гидродинамической дисперсии. Моделирование гидродинамических процессов выполняется с учетом режимов работы технологических скважин, неоднородности фильтрационных параметров продуктивного горизонта и регионального потока подземных вод. В физико-химический блок включены расчеты процессов выщелачивания урана при взаимодействии рабочего раствора с урансодержащими минералами, потерь серной кислоты в результате взаимодействия с

кислотопоглощающими минералами, растворения-осаждения минералов, гомогенных и гетерогенных окислительно-восстановительных процессов, сорбции, комплексообразования. Также в моделирующую систему входит база данных по кинетическим коэффициентам и параметрам равновесия, протекающих в системе физико-химических процессов. При расчетах учитывается неоднородность минералогического строения породы, кинетика взаимодействия рабочего раствора с различными минералами, неоднородность состава подземных вод и переменный состав растворов, закачиваемых в продуктивный горизонт.

Результаты мониторинга и моделирования процесса выщелачивания показывают, что, при соблюдении баланса откачных и закачных растворов, области с высоким содержанием серной кислоты не выходят на значительные расстояния за пределы контура блока, из-за нейтрализации кислоты в результате взаимодействия с вмещающей породой. Содержащийся в технологических растворах уран осаждается при повышении значения pH среды (до 3 и более) и не распространяется далеко за пределы контура блока (максимум 20 метров). Наибольший ареал распространения имеет место для сульфат иона. В течение работы технологического блока область распространения сульфат иона возрастает, достигая наибольших расстояний 50 – 100 метров от границ блока. Прогнозные расчеты показывают, что после окончания отработки блока, ареал сульфат иона сносится региональным потоком, концентрация сульфат иона уменьшается из-за разбавления пластовыми водами и взаимодействия с породообразующими минералами. Сравнение результатов расчетов с данными геоэкологического мониторинга показывает, что моделирование адекватно описывает распространения загрязняющих компонентов в подземных водах при СПВ урана. Таким образом, на основании результатов мониторинга и моделирования можно сделать вывод, что при СПВ урана на Далматовском месторождении область загрязнения подземных вод локальна и находится преимущественно в границах контура эксплуатационного блока. После завершения отработки блока происходит снижение концентрации загрязняющих веществ в результате химического взаимодействия с породообразующими минералами, ионообменных процессов, сорбции, соосаждения и разбавления пластовыми водами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белецкий В.И., Богатков Л.К, Волков Н.И. и др. Справочник по геотехнологии урана. – М.: Энергатомиздат, 1997. – 672с.
2. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрохимия.–М.: Недра, 1992.–463с.
3. Носков М.Д., Истомин А.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Чеглоков А.А.Геотехнологический информационно-моделирующий экспертный комплекс для обеспечения экологической безопасности геотехнологического предприятия. / Экологические системы и приборы. – 2010. – №9. – С.11-14.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ УРАНА

Теровская Т.С., Носков М.Д.
Северский технологический университет НИЯУ МИФИ, 636019, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65

В статье рассматривается влияние различных способов добычи урана на окружающую среду. Приводится описание метода скважинного подземного выщелачивания и геоэкологических последствий добычи урана данным способом.

В настоящее время при добычи урана используются традиционные горные (шахтный и карьерный способы) и геотехнологические методы (кучное, блочное, скважинное подземное выщелачивание (СПВ). Добыча урана разными способами оказывает негативное влияние на различные элементы экосистемы. При шахтном и карьерном способах и кучном выщелачивании нарушается природный рельеф, в атмосферу поступает пыль, содержащая твердые радиоактивные вещества, и газообразные продукты их деления, образуются отвалы пород и хвостохранилища, шахтные и сбросные воды, загрязняющие поверхность и источники водоснабжения. При этом рекультивация природной среды затруднена и требует значительных финансовых затрат.

При блочном выщелачивании процесс добычи ведется непосредственно в недрах, в связи с этим влияние на окружающую среду снижено. Однако происходит разрушение геологических структур, загрязняются недра выщелачивающими реагентами и продуктами их взаимодействия со вмещающей породой.

По сравнению с традиционными подземными и открытыми горными способами, разработка месторождений полезных ископаемых методом скважинного подземного выщелачивания приводит к меньшему воздействию на окружающую среду [1]. Добыча урана методом СПВ не сопровождается горными выработками, разрушением природного ландшафта и недр. Загрязнение воздушного бассейна и поверхности земли намного меньше того, что имеет место при традиционных способах.

Подземное скважинное выщелачивание осуществляется с помощью системы технологических скважин. Через нагнетательные скважины подается выщелачивающие растворы, которые взаимодействуют с урановыми минералами и вмещающей породой, урансодержащие растворы выкачиваются на поверхность, где из них извлекают полезный компонент на сорбционных установках.

При традиционных способах добычи урана основными загрязняющими веществами воздушного бассейна являются пыль (U,Ra, Po) и газы (CO_2, H_2S, NH_3 и др.). При отработке месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания масштабные источники

пылевыделения отсутствуют, а выделение газов в атмосферу значительно меньше. Небольшое пылевыделение происходит вследствие ветровой эрозии загрязненных производственных площадей. Источником газов, в том числе и радона, являются откачные скважины. При эрлифтовом способе подъема растворов вокруг скважин образуется аэрозольное облако, состоящее из капелек раствора и газов. Применение погружных насосов позволяет сократить газовыделение в атмосферу. [2].

Загрязнение поверхности земли и грунтовых вод происходит при нарушении технологического регламента откачки, закачки и транспортировки растворов (разливы продуктивных растворов из откачных скважин, переполнение и протечки отстойников, нарушение герметичности трубопроводов рабочих и продуктивных растворов, нарушение целостности обсадных труб и т.д.). Основными путями уменьшения загрязнения поверхности земли являются соблюдение технологического регламента, хорошая организация службы эксплуатации, повышение надежности герметизации трубопроводов.

Воздействие добычи урана методом СПВ на окружающую среду определяется загрязнением подземных вод химически активными веществами, используемыми для выщелачивания и образующимися в процессе взаимодействия с рудовмещающей породой. При сернокислотном выщелачивании, помимо урана, из породы в подземные воды в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) для питьевого водоснабжения, переходят различные элементы (железо, алюминий, кальций, медь, молибден и т.д.). Общая минерализация подземных вод может достигать 30 г/л. В технологических растворах также присутствуют радионуклиды: U^{238}, U^{234}, Ra^{226}, Rn^{222}, Po^{210}, Pb^{210}, Th^{230}. Сравнение состава природных вод и технологических растворов при сернокислотном выщелачивании приведено в таблице 1.

Исследования поведения различных загрязняющих веществ в подземных водах показывают, что при сернокислотном подземном выщелачивании урана наблюдается зональность расположения ореолов загрязнения разными компонентами. Наиболее высокими миграционными способностями обладает сульфат ион. Поэтому, он в процессе подземного выщелачивания распространяется на наибольшие расстояния, и картина его распределения в подземных водах показывает максимально возможную область загрязнения. Ореол распространения урана значительно меньше, поскольку его соединения выпадают в осадок при повышении показателя кислотности растворов pH до 2,2-2,5 вследствие нейтрализации серной кислоты. Ионы железа и алюминия осаждаются в виде гидроокислов ($Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, $Al(OH)_3$ при увеличении pH. Выпадение $Fe(OH)_3$ происходит в интервале pH от 2,0 до 3,5, а $Al(OH)_3$ от 4,4 до 5,7, $Fe(OH)_2$ - около 6 [3].

Таблица 1.

Изменение концентрация макро- и микрокомпонентов в процессе подземного выщелачивания.

Загрязняющий компонент	ПДК, мг/дм^3	Природные воды, мг/дм^3	Раствор ПВ, мг/дм^3
SO_4^{2-}	500	38,8	25600
NO_3^-	45	<6,2	60
NH_3	2	0,02-0,5	0,8
U	1,7	0,006	61,1
Al	0,5	<0,025	1561
Fe	1,5	0,470	870
V	0,1	0,004	29,6
Cd	0,001	<0,010	0,07
B	0,5	2,85	25,2
Zn	1	<0,004	23
Pb	0,03	<0,025	0,82
Ni	0,1	<0,010	1
Na	200	506	1299
Ca	140	8-20	414
Mg	85	2-10	222
Co	0,1	<0,010	0,16
Mo	0,25	0,01	0,32
Sr	7	0,115	5,3
Bi	0,01	0,4	<0,0004
Cu	1	0,011	0,045

Распространение ионов кальция определяется, главным образом, растворимостью гипса. Хотя миграционные способности нитрат иона NO_3^- выше, чем у сульфат иона, ореол его распространения меньше вследствие более низкой концентрации в технологических растворах. Область загрязнения различными компонентами локальна, находится в продуктивном горизонте и незначительно выходит за контур эксплуатационного блока. Спустя некоторое время после прекращения добычи продуктивный горизонт самоочищается, и концентрации компонентов в подземных водах становятся близки к фоновым. Таким образом, добыча урана методом СПВ наносит меньший вред окружающей среде по сравнению с традиционными способами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамилов В.А., Петров Р.П., Шушания Г.Р. и др. Добыча урана методом подземного выщелачивания.– М.: Атомиздат, 1980. – 248 с.
2. Носков М.Д. Добыча урана методом скважинного подземного выщелачивания: учебное пособие/ М.Д.Носков.– Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2010.-83 с.
3. Лаверов Н.П. и др. Подземное выщелачивание полиэлементных руд.–М.: Изд.академии горных наук, 1989.– 437с.

Раздел МАШИНЫ И АППАРАТЫ ЯДЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ВЫСОКОПЛОТНОЕ ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ СО СНИЖЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ ОБОГАЩЕНИЯ ПО ИЗОТОПУ U^{235}

Васильков И.В., Пищулин В.П., Рудик А.А.
Северский технологический университет НИЯУ МИФИ,
636019, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail: pischulin@ssti.ru

Исследовательские реакторы в настоящее время широко применяются для следующих целей:

– получения трансурановых элементов (получаемая радиоизотопная продукция является сырьем для изготовления широкого спектра препаратов медицинского назначения);
– материаловедческих целей;
– испытания тепловыделяющих элементов;
– изучения поведения топлива и конструкционных материалов.

В исследовательских реакторах используют высокообогащённое топливо, что обусловлено режимами их работы, т.е. необходимостью иметь минимальные размеры и высокоплотный поток нейтронов.

В начале 1970-х международное сообщество, поняло, что топливо оружейного сорта может быть легко похищено. В 1978 году была принята Программа МАГАТЭ по снижению обогащения топлива для исследовательских реакторов (Reduced Enrichment for Research and Test Reactor - RETR).

RETR была принята к осуществлению всеми странами, однако достаточно высокие затраты на осуществление программы, которая не вела к повышению эффективности исследований, затрудняло её выполнение. Правительственные круги проявляли невнимание к этой проблеме. Однако после теракта 11 сентября в США угрозы со стороны террористов стали реальными, и были приняты дополнительные меры. Была задействована американская программа GTRI - Глобальная инициатива по снижению угрозы, она имела цель удаления уязвимых ядерных и радиоактивных материалов с гражданских объектов. GTRI также предусматривала переход американских высокопоточных исследовательских реакторов MTR на низкообогащённое топливо. Были запущены и другие программы: возврат облучённого топлива любого обогащения, когда-то поставленного за

рубеж; возврат высокообогащенного урана. На основании программы снижения обогащения топлива для исследовательских реакторов проводятся работы по изготовлению ТВС на основе топлива с пониженным содержанием урана U^{235}. Согласно этой программе необходимо снизить обогащение топлива дисперсионных ТВЭЛов с 90 % и 36 % обогащения по изотопу урана - 235 до 20 %.

Первоначально программой RERTR предполагалось расширить диапазон плотности загрузки урана в существующем топливе до физического предела и разработать новое на основе высокоплотных композиций. Для этих видов топлива и нового для того времени, силицидного, были определены значения плотностей по урану:

2.3 гU/см^3 для UAl_x-Al; 3.2 гU/ см^3 для U_3O_8-Al,

3.7 гU/ см^3 для $UZrH_x$; 4.8 гU/ см^3 для U_3Si_2-Al.

Сердечники ТВЭЛов дисперсионного типа представляли собой композиции ядерного топлива в виде делящихся материалов и матрицы из сплавов алюминия (Al), керамики, графита и других неделящихся материалов. Основным преимуществом ТВЭЛов дисперсионного типа в отличие от ТВЭЛ, сердечники, которых изготовлены из однородного металлического или керамического ядерного топлива, является их повышенная радиационная стойкость при длительной эксплуатации в реакторе. Высокая радиационная стойкость обусловлена тем, что продукты деления локализуются в диспергированных топливных частицах или около них.

В качестве материалов для изготовления матрицы для дисперсионных ТВЭЛов используют Al, Be, Mg, Zr, Nb, нержавеющую сталь и другие материалы. В качестве дисперсной топливной фазы применяют порошки или гранулы из сплавов урана, а также различные соединения и интерметаллиды урана, например, UAl_2, UAl_3, UAl_4, UO_2, U_3O_8, U_4O_9, UC, UN и др.

Испытания прошли успешно, но было выяснено, что должен быть установлен предел по выгоранию, после которого топливо становилось аморфным и больше не могло быть в эксплуатации. Стало ясно, что надо применять более плотное топливо (рис. 1, таблицы 1 и 2), в которых есть составы более плотные, чем силицид, хотя имеющие более низкие технологические показатели.

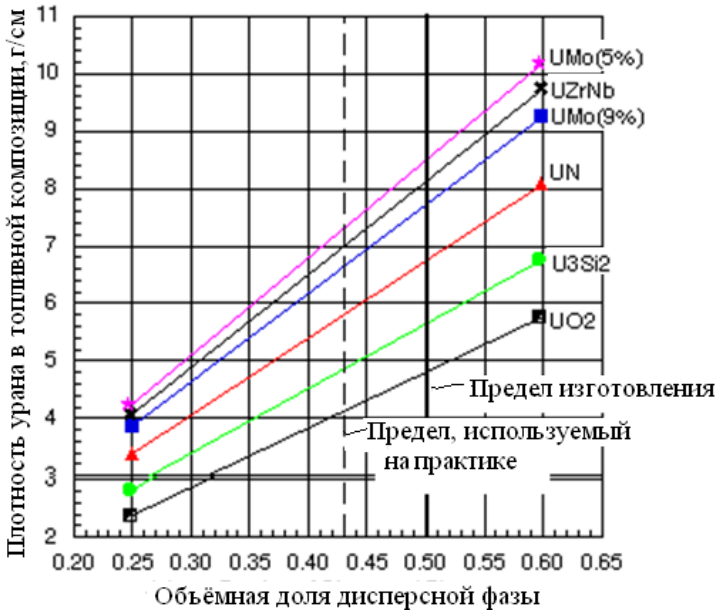


Рис. 1. Плотность загрузки твэлов по урану в зависимости от объёмной доли дисперсной фазы

Таблица 1.

Свойства урановых композиций для дисперсионного топлива

Дисперсионное топливо	Плотность топливного материала, г/см3	Плотность по урану, %вес.
UO_2	10.9	88.1
U_3Si_2	12.2	92.7
UN	14.3	94.4
U-Mo(9 вес.%)	17.0	91.0
U-Zr(4 вес.%)-Nb(2вес.%)	17.3	94.0
U-Mo (5 вес.%)	17.9	95.0

Таблица 2.

Номинальная плотность, содержание урана и точка плавления урановых соединений и гамма-стабилизированных урановых сплавов (^oC)

Топлив-ный материал	Плотность, г/см3	Плотность по урану, г/см3	Точка плавления, ^oC
UO_2	10.9	9.7	2750
U_4O_9	11.2	9.7	
UC	13.6	13.0	2400
UN	14.3	13.5	2650
UAl_2	8.1	6.6	1590
U_3Si_2	12.2	11.3	1650
U_3Si	15.4	14.8	930

U_6Ni	17.6	16.9	790
U_6Fe	17.7	17.0	815
U_6Mn	17.8	17.0	725
U	19.0	19.0	1135
U-2Mo	18.5	18.1	1135
U-5Mo	17.9	17.0	1135
U-6.5Mo	17.5	16.4	1135
U-8Mo	17.3	15.9	1135
U-9Mo	17.0	15.5	1160
U-4Zr-2Nb	17.3	16.2	1160
U-6Zr-41Nb	16.4	15.8	1160
U-7Nb	17.0	15.0	1160
U-10Zr	16.0	14.4	1160

Для получения металлических порошков и гранул урана и его сплавов в частности уран-молибденового сплава используют следующие методы: гидрирование - дегидрирование; центробежное распыление расплава литьем на вращающийся диск; центробежное распыление расплава из вращающегося водоохлаждаемого тигля; центробежное распыление расплава с оплавляемого торца вращающегося электрода. Наиболее целесообразен метод получения гранул урана и его сплавов путем центробежного распыления в камере с инертной атмосферой.

Данный метод подходит для получения металлических порошков урана и его сплавов, опробован в лабораторных и опытно промышленных условиях на ОАО НЗХК и в ГЦ ФЭИ.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ, ТВЭЛЫ И ТВС

Васильков И.В., Пищулин В.П., Рудик А.А.
СТИ НИЯУ МИФИ
г. Северск Томской области, пр. Коммунистический 65, e-mail: pischulin@ssti.ru

В мировой атомной науке и технике проводится большой объём работ по реакторному материаловедению, испытанию новых видов ядерного топлива. Это способствует развитию и увеличению парка исследовательских установок - реакторов и критических сборок. Достаточно простая и надёжная конструкция, отсутствие высоких требований к размещению и эксплуатации, приемлемая стоимость сооружения этих ядерных установок является основой для широкого распространения исследовательских ядерных реакторов по всему миру. Единственные проблемы, которые при этом возникают - риск хищения урана оружейного сорта и требования МАГАТЭ по нераспространению ядерных материалов.

Сегодня в эксплуатации находятся 246 установок, из них 127 работает на уране высокого обогащения по U^{235}- HEU. Располагаются они в разных странах: 63 - в России, 19 - в США, 8 - во Франции, по нескольку реакторов имеется в Японии, Великобритании, Китае, Канаде, Казахстане и по одному реактору ещё в 17 странах.

Такая распространённость исследовательских ядерных установок сопровождается также распространением топлива для них, которое содержит оружейный уран и, вообще говоря, требует особого отношения по защите, хранению, обращению, утилизации. Свести к минимуму связанные с этим риски по вопросам нераспространения делящихся материалов и актов ядерного терроризма позволяет снижение обогащения топлива ниже 20 % по содержанию урана-235.

Имеющийся парк исследовательских реакторов состоит из очень разного типа, масштаба, назначения установок. Меньше половины из них работает в постоянном режиме, большая часть относится к импульсным реакторам и критическим сборкам. Многие из них относятся к оборонным объектам, их прямым назначением является поддержка военных программ, но они работают также на гражданские цели, такие как проверка расчётных кодов, дозиметрия и воздействие излучения на детали космических аппаратов.

Среди гражданских критических сборок, есть сборки, которые предназначены для исследования топлива HEU, или для разработки активных зон стационарных реакторов.

Большинство импульсных реакторов работают на оружейные технологии. Единственный импульсный реактор вне России, работающий

на гражданские цели - реактор Фотон в Узбекистане, намечен к снятию с эксплуатации. Американский реактор TREAT остановлен 20 лет назад. Очевидно, больше нет никакой необходимости в импульсных реакторах для гражданских целей.

Стационарные реакторы – этот тип исследовательских реакторов наиболее распространённый.

Для высокопоточных американских реакторов при переходе на пониженное обогащение используется монолитный топливный слой из U-Mo сплава. Для других исследовательских реакторов больших изменений по конструкции топлива, кроме увеличения объёма вводимой топливной композиции не произошло. Преимущества дисперсионного топлива для них сохранилось.

Начиная с 1970-х годов, глобальные усилия были направлены на замену высокообогащённого, более 90 % по урану-235, топлива UO_2 и UAl_X на высокоплотное низкообогащенное топливо. Сначала большой успех получило топливо на основе силицида, U_3Si_2, которое в настоящее время используется во многих реакторах в мире. Однако, дальнейшие усилия по замене топлива продолжались, главным образом, в направлении топлива из U-Mo сплава (7-10 вес.% Mo) (рис. 1).

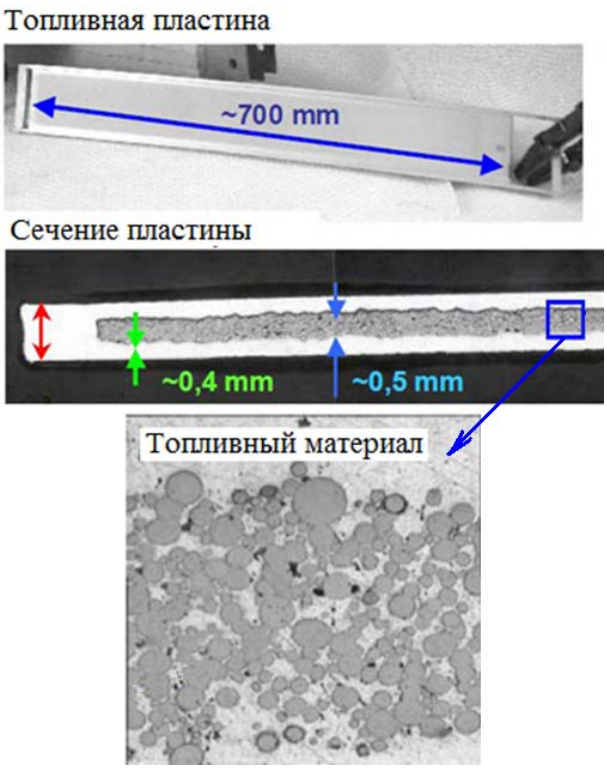


Рис. 1. Вид топливной пластины с дисперсионным топливом типичных размеров. В сечении виден топливный материал, диспергированный в Al матрице

Рис. 2. Топливные сборки для исследовательского реактора ИРТ-3М, на основе дисперсионного топлива UO_2, U-Mo сплава с содержанием урана 19,5 %, 36 %, 90 %

Рис. 3. ТВС МР (слева) и ТВС ИРТ-2М или 3М (справа)

В России используют трубчатые топливные элементы квадратного или круглого сечения, из которых собирают сборки реактора МР и ИРТ, (рис. 2, 3).

Технология изготовления трубчатых топливных сборок для реакторов МР и ИРТ отличается тем, что вместо горячей прокатки пластин осуществляется горячая экструзия втулки, подготовленной заранее. Её собирают из двух основных частей - топливного сердечника и оболочечной втулки. Преимуществом этой технологии является то, что топливный слой, обжимаемый в заготовке со всех сторон, формируется более однородным. Сама сборка имеет более высокую конструкционную прочность.

Имеется два перспективных типа топлива, которые могут использоваться после конверсии реактора ИРТ-3М - с топливом U-9Mo-Al и для конверсии ИРТ-4М – с топливом UO_2-Al. Расчёты показали, что для каждого вида топлива имеются свои преимущества и недостатки. Топливо типа ИРТ-4М (содержание U-235 19,75 %) напоминает топливо ИРТ-3М (содержание U-235 36 %). У него те же самые геометрия и число топливных элементов. ИРТ-4М имеет больше размер наружной трубы и толще топливный слой (1,6 мм вместо 1,4 мм). Это вызывает уменьшение водного канала в ИРТ-4М. На рис. 4 дана сравнительная схема поперечных сечений этих сборок, показано их соотношение.

Рис. 4. Сравнительная схема поперечных сечений сборок ИРТ-2М и ИРТ-4М

Повышение плотности топливной части до 6,0 гU/см^3 требует существенных затрат времени и средств. Дисперсионное топливо, работавшее в реакторах многие годы, имеет ряд преимуществ: более прочное, высокие радиационные характеристики по сравнению с альтернативным видом топлива, температура распухания топлива на 38 % ниже, что существенно увеличивает безопасность и эксплуатационный запас топлива, поскольку основные вопросы безопасности реактора связаны с температурой распухания дисперсионного топлива.

Технологические исследования показали, что плотность U-Mo топлива 8,0 г/см^3 достижима. Считается, что загрузка топлива до плотности 9,0 г/см^3 тоже может быть достигнута "стандартными" методами изготовления. Загрузка выше 9,0 г/см^3 до 10,0 г/см^3 потребует больших усилий и оптимизации конструкции сборки, это будет верхний предел загрузки топлива. При этом в топливных элементах будет содержаться 63 об.% топливной композиции, 22 об. % Al и 15 об. % пустот. Очевидно, прокатать пластину с содержанием Al менее 20 об.% так, чтобы она стала сплошной, невозможно.

Таким образом, успех и широкое использование дисперсионного топлива ограничивается требованием непревышения загрузки в топливный слой более 8,0 г/см^3. Комбинация очень высокой плотности дисперсионного топлива с некоторым увеличением стандартной проектной толщины топливной зоны или небольшим увеличением обогащения до 20 % U^{235}, является решением вопроса.

Имеющиеся планы по реакторным исследованиям, по применению радиационных технологий обусловливают дальнейшее развитие парка исследовательских реакторов на основе низкообогащённого топлива, не имеющего военного приложения.

Разработка замещающего топлива с пониженным обогащением успешно решается применением высокоплотного дисперсионного U-Mo топлива.

ПУТИ ПЕРЕРАБОТКИ ГЕКСАФТОРИДА ОБЕДНЕННОГО УРАНА

Дивановская А.В., Зарипова Л.Ф., Кузнецов Д.А., Пищулин В.П.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 65,
E-mail: pisohulin@ssti.ru

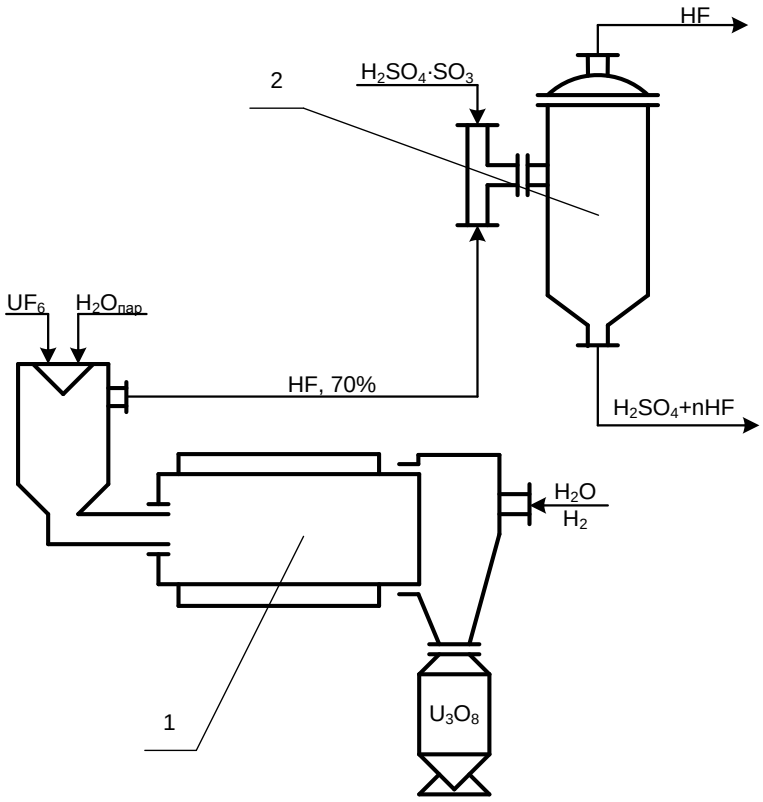
За весь период промышленного производства атомного оружия и топлива для атомной энергетики (начиная с 1940-хгодов) во всем мире накопилось более 1,5 миллиона тонн обедненного урана. Объемы ОГФУ продолжают расти, увеличиваясь ежегодно примерно на 50 тысяч тонн. Переод отвального гексафторида урана в оксиды урана дает возможность безопасного долговременного хранения энергетического ресурса до тех пор, пока он не будет востребован новыми энергетическими технологиями.

Атомная промышленность России накопила колоссальные количества гексафторида обеднённого урана, который до настоящего времени складируется на площадках разделительных заводов. При хранении контейнеры частично разгерметизируются и загрязняют окружающую среду летучим гексафторидом урана UF_6. В то же время UF_6 является ценным сырьем для получения фтороводорода.

На различных комбинатах производятся исследования по переработке отвального UF_6 до фтороводорода и твердого оксидного урана, упрощающего его хранение. Процесс переработки UF_6 позволяет получать как безводный фтороводород, так и его водные растворы, концентрацией 40-70 %. Апробированы плазмохимические методы с применением электродных и высокочастотных плазмотронов, процессы в пламенных реакторах, методы пирогидролиза UF_6 в комбинированных установках. Наиболее простым и экономичным методом является пирогидролиз UF_6 с получением оксидов урана (U_3O_8) и фтороводородной кислоты концентрацией ~ 70 % HF.

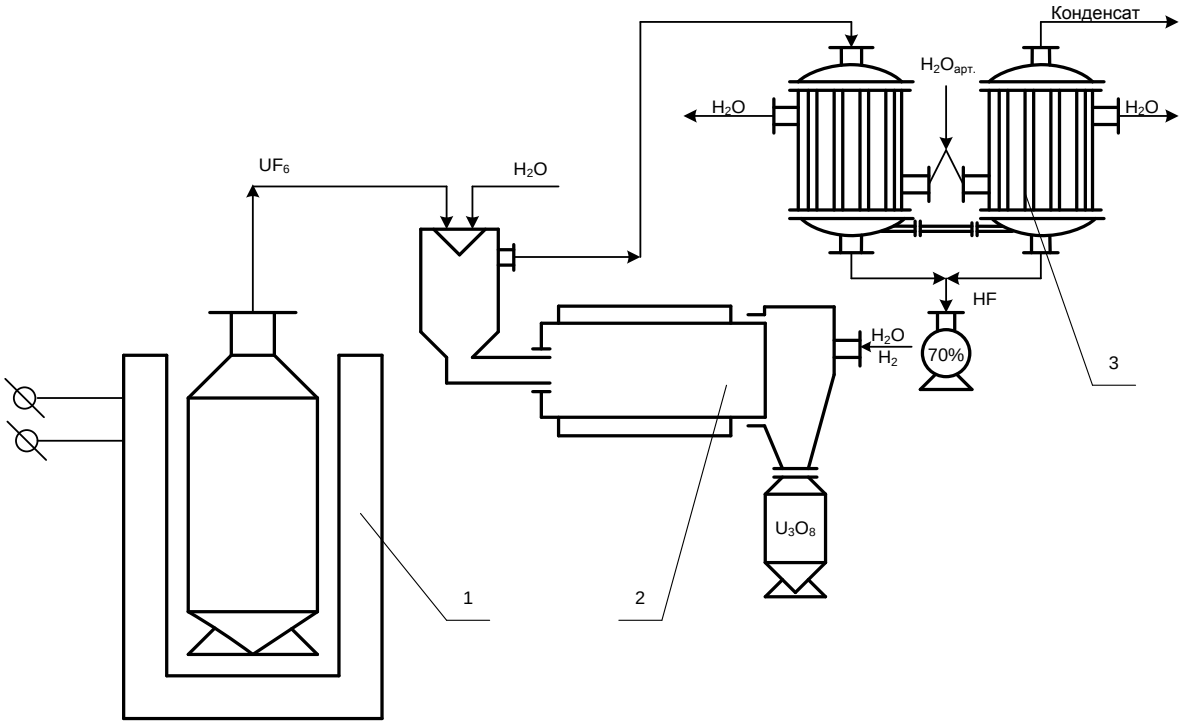
Возникает проблема рентабельного использования фтористоводородной кислоты. Нами разработаны методы ее переработки до безводного фтороводорода как на самостоятельных предприятиях, так и на действующих производствах сублиматного комплекса.

Предложены аппаратурно-технологические схемы процесса, разработаны и спроектированы конструкции основного оборудования.



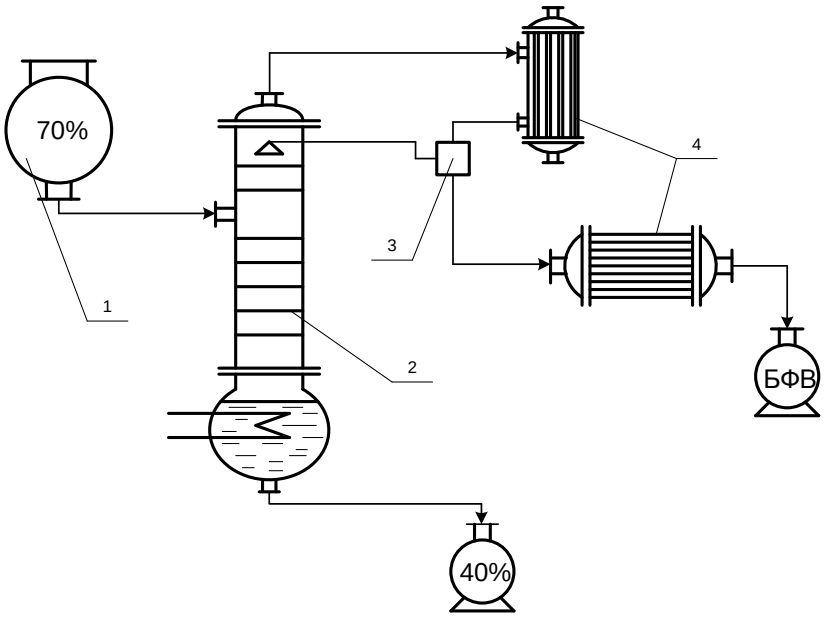
1 – реактор обесфторивания; 2 – узел смешения

Рис. 1. Схема 1 переработки ОГФУ



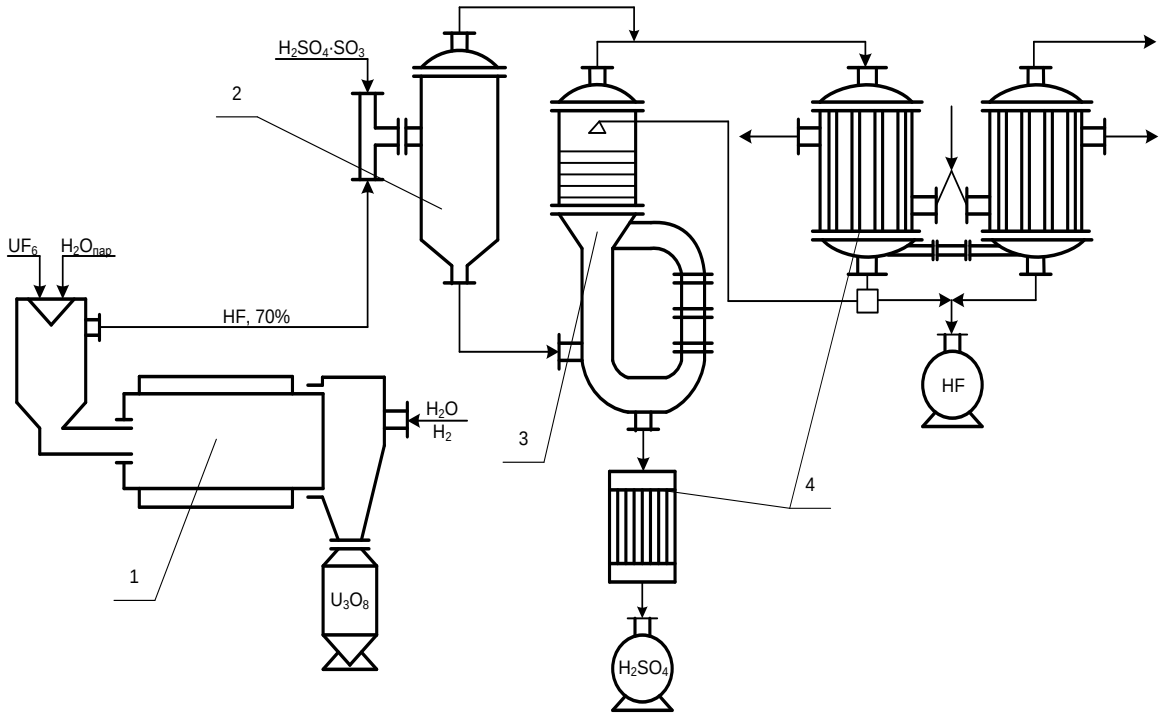
1 – испаритель индукционный; 2 – реактор обесфторивания; 3 – узел конденсации

Рис. 2. Схема 2 переработки ОГФУ



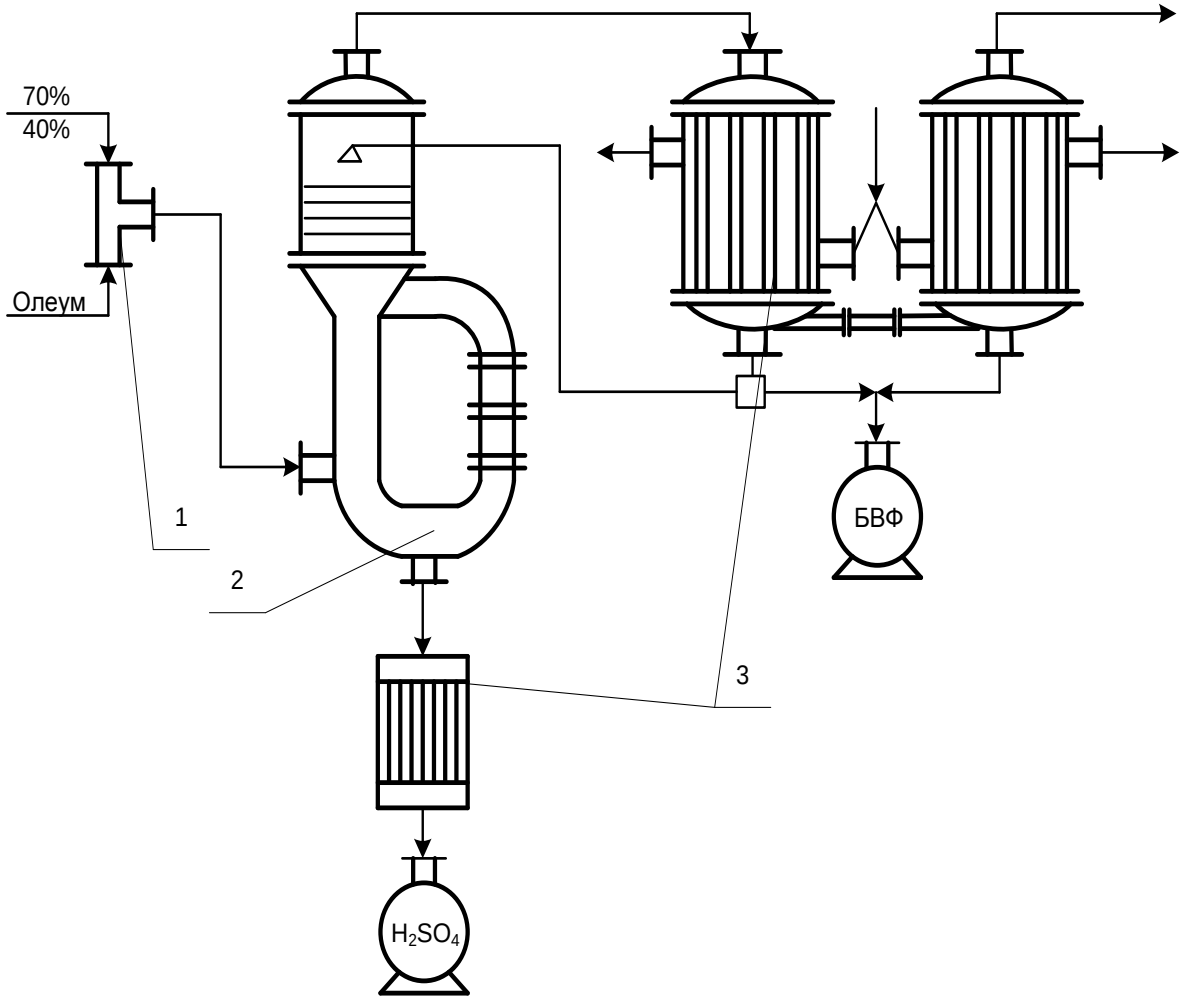
1 – бак подачи 70 % HF; 2 – колонна ректификационная; 3 – флегмоотделитель; 4 - холодильники

Рис. 3. Схема 3 переработки ОГФУ



1 – реактор обесфторивания; 2 – узел смешения; 3 - выпарной аппарат комбинированного типа; 4 – холодильники

Рис. 4. Схема 4 переработки ОГФУ



1 – узел смешения; 2 - выпарной аппарат комбинированного типа; 3 - холодильники

Рис. 5. Схема 5 переработки ОГФУ

Переработка отвального UF_6 дает возможность безопасного хранения твердого октаоксида три урана до его использования в ядерном энергетическом комплексе в реакторах на быстрых нейтронах и регенерации фтора в виде фтороводородной кислоты. Если по действующей схеме из одной тонны обедненного UF_6 получается около 800 кг U_3O_8 и 480 кг фтористоводородной кислоты концентрацией ~ 70 %, из которой ректификацией удается выделить ~ 240 кг 40 % - ой плавиковой кислоты. То по усовершенствованной нами схеме с абсорбцией фтороводорода олеумом с последующей его десорбцией можно получить около 340 кг фтороводорода и ~ 1100 - 3300 кг моногидрата серной кислоты в соответствии с применяемым олеумом (65 и 20 % свободного SO_3).

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРОВОДОРОДА ИЗ ГЕКСАФТОРИДА ОБЕДНЕННОГО УРАНА НА СУБЛИМАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Дивановская А.В., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036,
г. Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail:pischulin@ssti.ru

На различных комбинатах производятся исследования по переработке отвального UF_6 до фтороводорода и твердого оксидного урана, упрощающего его хранение. Процесс переработки UF_6 позволяет получать как безводный фтороводород, так и его водные растворы, концентрацией 40-70 %.Рассмотрены методы получения фтороводорода из гексафторида обедненного урана. Переод отвального гексафторида урана в оксиды урана дает возможность безопасного долговременного хранения энергетического ресурса до тех пор, пока он не будет востребован новыми энергетическими технологиями.

При обогащении урана образуется и обедненный уран, в котором содержание изотопа ^{235}U ниже, чем в природе.

Например, при получении 1 кг обогащенного урана с содержанием 4% ^{235}U потребуется 8 кг природного урана; при этом образуется 7 кг обедненного урана, содержащего 0,24% ^{235}U.

За весь период промышленного производства атомного оружия и топлива для атомной энергетики (начиная с 1940-хгодов) во всем мире накопилось более 1,5 миллиона тонн обедненного урана. Объемы ОГФУ продолжают расти, увеличиваясь ежегодно примерно на 50 тысяч тонн.

Наибольшее количество ОГФУ накоплено на площадках шести корпораций, размещенных в 8 странах:

- USEC (США),AREVA (Франция),Urenco (Германия, Нидерланды, Великобритания),РОСАТОМ (Россия),JNFL (Япония),CNNC (Китай).

ОГФУ хранится в герметичных стальных емкостях на открытых площадках заводов по обогащению урана. Срок хранения отдельных емкостей с ОГФУ уже превышает 40 лет. Несмотря на положительный опыт, накопленный в обращении с ОГФУ, его химическая агрессивность делает подобный способ хранения потенциально опасным.

Франция первой из ядерных стран успешно решила задачу промышленной утилизации ОГФУ. За ней, благодаря успешному проекту W-ЭХЗ, последовала Россия. Данная установка действует на «Электрохимическом заводе» в г. Зеленогорске Красноярского края.

В установке «W-ЭХЗ» (рис. 1) используется метод восстановления ОГФУ в водяной низкотемпературной плазме с получением фтористоводородной кислоты и оксидов урана.

Сущность используемого в установке «W-ЭХЗ» способа заключается во взаимодействии газообразного UF_6 с водяным паром в головной части вращающегося трубчатого реактора с образованием уранилфторида, который по мере продвижения по реактору в условиях высоких температур конвертируется в U_3O_8 с помощью пароводородной смеси.

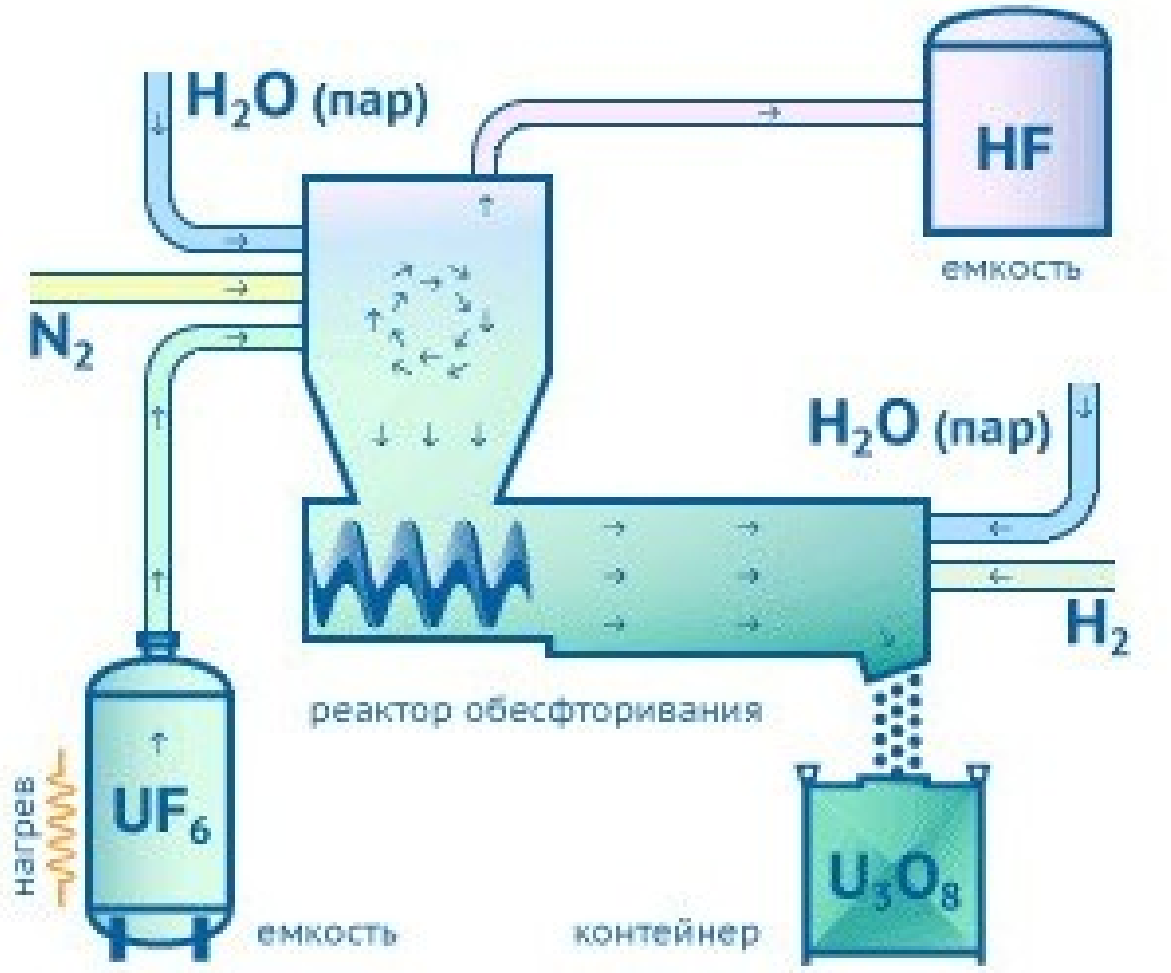


Рис. 1 – Установка W-ЭХЗ

Все управление технологическим процессом, за исключением отдельных ручных операций (таких, как замена контейнеров на узле испарения), осуществляется автоматизированной системой. Контроль и управление установкой производятся с центрального пульта двумя операторами. Программное управление позволяет выдерживать оптимальное соотношение реагентов в реакторе при оптимальных условиях (давление, температура, скорости вращения реторты и шнека реактора).

Технологические этапы

- Стальная емкость с ОГФУ поступает с площадки хранения в цех и устанавливается на коллектор узла испарения.

- В узле испарения UF_6 переходит из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу, и поступает в реактор обесфторивания. В реактор также подаются водяной пар, водород и азот.
- На выходе из реактора получаются два «потока» — порошок закиси-окиси урана (U_3O_8) и газообразный фтористый водород (HF).
- Закись-окись урана поступает на узел затаривания, откуда в контейнерах отправляется на специальный склад для долговременного хранения.

Фтористый водород конденсируется и на узле корректировки полученная 70 %-ная фтористоводородная кислота доводится до 40 %-ной концентрации, а на узле ректификации получается безводный фтористый водород (ГОСТ14022–88).

Гексафторид обедненного урана (ГФУ) требует переработки его до фтороводорода и твердых оксидов урана с целью утилизации фтора, перевода в компактное твердое состояние, пригодное для безопасного длительного хранения, устранения экологических рисков.

ГФУ обрабатывается водяным паром и водородом в плазмохимическом реакторе или в комбинированном реакторе компании «AREVA» с получением твердого октаоксида триурана (U_3O_8) и парогазовой фазы, содержащей фтороводород. Парогазовая фаза конденсируется в виде фтороводородной кислоты или сорбируется олеумом, после чего полученный конденсат или фторсернокислый раствор дозированно смешивается с рабочей смесью кислот и олеумом, чтобы обеспечить содержание серной кислоты 89-90 %, фтороводорода 9-11 % и воды не более 0,5 % в рабочей кислоте. Рабочая кислота смешивается с флюоритом, реакционная смесь реагирует в барабанной вращающейся печи с косвенным электрическим обогревом при температуре 230-280 0С с получением реакционного газа и гипса. Газ очищается в промывной колонне, конденсируется, конденсат проходит ректификационную очистку от высококипящих, а затем от низкокипящих примесей с получением фтороводорода высокой чистоты.

Возникает проблема рентабельного использования фтористоводородной кислоты. Нами разработаны методы ее переработки до безводного фтороводорода как на самостоятельных предприятиях, так и на действующих производствах сублиматного комплекса.

Разработаны аппаратурно-технологические схемы переработки фторсодержащих растворов, включающие процессы и оборудование для смешения растворов с олеумом, электро-десорбции фтороводорода из полученных растворов, конденсации фтороводорода, вспомогательные процессы.

Сконструированы и апробированы электродные десорберы с прямым электрическим нагревом.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОТКАЧНЫХ СИСТЕМ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Картавых А.А., Губанов С.М., Чуканов М.В.
ОАО «Сибирский химический комбинат», 636039, Россия, Томская обл., г. Северск, Курчатова ул., 1.

Во время работы конденсационно-испарительной установки (КИУ) и газодиффузионных очистительных каскадов возникает необходимость фракционной разгонки газовых смесей, образующихся в процессе производства. Основными компонентами образующихся смесей является продукт - гексафторид урана (ГФУ), фтористый водород (HF), компоненты воздуха и другие неконденсируемые примеси. Фтористый водород является основной примесью в продукте [1].

При фракционной разгонке смесь ГФУ и примесей пропускается последовательно через ряд ёмкостей, режим охлаждения которых по температуре различен (рис.1).

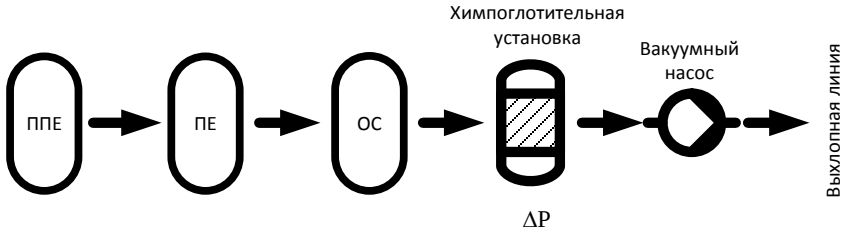


Рис. 1. Существующая схема фракционной разгонки

Температура охлаждения и давление газа в ППЕ и ПЕ выбраны таким образом, чтобы в них отсутствовали условия конденсации примесей. Давление в этих ёмкостях поддерживается меньше упругости паров примесей при температуре стенок ёмкостей, но больше, чем упругость паров ГФУ при этой температуре. При таких условиях в ёмкостях конденсируется только ГФУ. В смеси, выходящей из ППЕ, содержание ГФУ уменьшается, его парциальное давление становится равным 1 ÷ 3 мм. рт.ст., а остальное давление создают примеси.

В ПЕ при температуре -60°С ÷ -80°С вымораживаются остатки ГФУ и на выходе с ПЕ в газовой смеси остаются в основном примеси и следы ГФУ (проскоки). После ППЕ и ПЕ смесь поступает в осадители (ОС), охлаждаемые жидким азотом. В ОС происходит полное вымораживание проскоков ГФУ и большинства примесей, кроме воздуха и фтора, которые через химпоглотительные установки (ХПУ) откачиваются вакуумными насосами (ВН).

Для эксплуатации системы функционирует производство по получению и хранению жидкого азота. Расход жидкого азота как холодоносителя в год составляет 465 375 кг. Потери при транспортировке,

хранении и переливах жидкого азота составляют около 15%. Операция по заливке жидкого азота производится вручную, при обращении с жидким азотом присутствуют вредные и опасные факторы: низкая температура, вытеснение кислорода из воздуха, повышение давления в ограниченном объёме. Применение жидкого азота в качестве холодоносителя энергетически и материально затратно [2].

ХПУ предназначены для улавливания вредных веществ перед выбросом их в выхлопную линию, а так же служат узлом защиты ВН. Химический поглотитель колонок накапливает радиоактивные вещества и требует периодической регенерации.

Химическая реакция улавливания происходит при значительном разряжении (Р=1-3 мм.рт.ст.) и низкой температуре (Т = 77 К), что снижает скорость протекания химической реакции [3]. Так же ХПУ создаётся дополнительное сопротивление (ΔР) при откачке объёмов, что делает процесс откачки энергетически затратным.

Для откачивания газовой смеси применяются насосы АВЗ-20Д и НВЗ-20. Основной недостаток данного типа насосов заключается в том, что при откачке газовой смеси происходит контакт вакуумного масла с рабочей средой, содержащей фтор и уран, что приводит к накоплению урана в вакуумном масле и разложению масла под воздействием фтора.

Данная технология откачки исторически сложилась в виду отсутствия в 60-70-е годы оборудования способного откачивать химически агрессивные среды.

Существующая схема требует значительных энергозатрат, применения большой доли ручного труда и оказывает негативное влияние на экологию в виду образования радиоактивных отходов.

Основной целью работы является изменение принципа организации технологической схемы удаления вредных примесей. Предлагается организовать схему улавливания вредных примесей после (на выходе) ВН, с заменой ВН на современное вакуумное оборудование, специально разработанное для работы с химически агрессивными газами с применением физико-химических методов нейтрализации фторсодержащих газов (рис.2).

Рассмотрение такой схемы стало возможным благодаря тому, что промышленностью освоен выпуск вакуумного оборудования способного откачивать химически агрессивные среды [4].

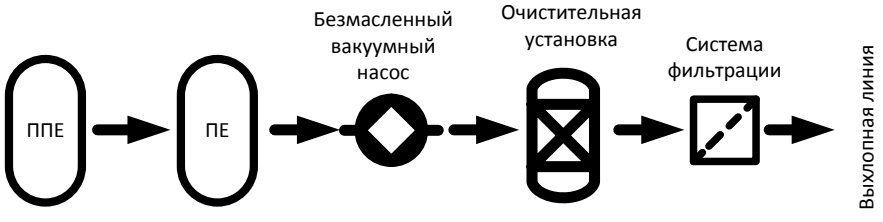


Рис. 2. Перспективная схема

Улавливание вредных примесей предполагается осуществлять при давлении близком к атмосферному и положительной температуре, данные условия позволят применить методы физического улавливания вредных веществ и упростить схему фракционной разгонки.

Применение перспективной схемы улавливания позволит:

- отказаться от использовании жидкого азота в качестве холодоносителя в осадителях для вымораживания примесей;
- организовать более рациональную схему улавливания вредных примесей;
- отказаться от необходимости в дорогостоящей переработке отработанного вакуумного масла;
- снизить затраты на эксплуатацию и ремонт вакуумных систем;
- снизить затраты на электроэнергию и деаэрированную воду;
- уменьшить негативное влияние на окружающую среду, в виду исключения части радиоактивных отходов;
- увеличить надёжность и стабильность работы системы откачки.

При применении схемы улавливания примесей после ВН существенно снижаются затраты при фракционной разгонке газовых смесей, уменьшается доля ручного труда и негативное влияние на окружающую среду.

Одним из направлений данной работы является обоснование возможности оптимизации откачных коллекторов КИУ с уменьшением количества установленных вакуумных насосов. Необходимо отметить, что определённая работа в этом направлении уже проведена, составлена предварительная схема объединения откачных коллекторов КИУ с учётом давления, степени обогащения продукта и требуемой производительности установки [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция (рабочая) по эксплуатации оборудования зд. 1004. ТОМ 1. (Эксплуатация конденсационно-испарительных установок - КИУ). СХК. 1998. 168 с.
2. Отчёт о научно-исследовательской работе «Разработка опытной схемы охлаждения ёмкостей КИУ К-09» (итоговый). ОАО «СХК». 2013. 113 с.
3. Рысс И.Г. Химия фтора и его неорганических фторидов. - М.: Химия, 1956. 719с.
4. Сухие форвакуумные насосы и системы нейтрализации газов EBARA, MSHTechno. Москва.2013. 19с.
5. Техническое задание «Модернизация системы откачки цех №42 зд.1004 ЗРИ». №40-03/1429 от 18.04.2013. ОАО «СХК». 2013. 17 с.

УСТАНОВКА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНОВЫХ РУД

Кузнецов П.Г., Пищулин В.П.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65.
e-mail: touchclik@gmail.com

В статье приведено описание процесса подземно-скважинного а также агитационного выщелачивания, представлена установка выщелачивания урановых руд, применяющиеся в процессе выщелачивания оборудование, а именно агитатор с механическим перемешиванием, пачук. Приведена аппаратурно-технологическая схема процесса выщелачивания.

Выщелачивание – это процесс перевода в раствор одного или нескольких компонентов твердого вещества с помощью водного или органического растворителя, часто в присутствии окислителей и восстановителей. Выщелачивание включает в себя, по меньшей мере, два процесса: химический – перевод одного из веществ в растворимое состояние, и физико-химический – растворение в воде.

Традиционный способ добычи заключается в извлечении руды из недр, ее дроблении и обработке для получения искомых минералов. В технологии подземного скважинного выщелачивания (ПСВ), также известного как добыча растворением, руда остается на месте залегания, и через нее прокачиваются жидкости для выщелачивания минералов из руды. Следовательно, почвенный покров почти не нарушается, не образуется хвостов и пустой породы. Однако рудное тело должно быть проницаемым для используемых жидкостей и иметь такое расположение, чтобы жидкости не загрязняли удаленные от рудного тела грунтовые воды.

Технология ПСВ на сегодняшний день хорошо развита и является контролируемым, безопасным и экологически приемлемым методом добычи, который можно применять даже при самых строгих нормативах охраны окружающей среды и который часто имеет экономические преимущества.

Рудник состоит из геотехнологических полей (полигонов), которые создаются над рудным телом по мере исчерпания урана из участков рудного тела в результате выщелачивания. Вокруг каждой зоны оруденения пробуривается группа наблюдательных скважин для отслеживания движения растворов за пределы района разработки. Скважины обсаживаются, чтобы жидкости текли только в рудную зону и из нее, не затрагивая вышележащих водоносных горизонтов. Перед использованием скважины опрессовываются.

Как правило, применяют щелочные выщелачиватели, например, соединение двууглекислого натрия и двуокиси углерода. Большая часть

урана извлекается в течение первых 6 месяцев эксплуатации. На самых успешных рудниках добывается 70–90 % руды.

В грунтовую воду, откачанную погружными насосами из вмещающей водоносной породы, добавляются комплексообразующие реагенты (кислые или щелочные) и окисляющий компонент (перекись водорода или кислород), после чего этот раствор закачивается в геотехнологическое поле. Проходя через руду, выщелачивающий раствор окисляет и растворяет урановые минералы. Для некоторых руд используют карбонатное выщелачивание для получения растворимых ионов трикарбоната уранила, которые затем можно осаждать щелочью, например диуранатом натрия или магния.

Так же применяется выщелачивание урановых руд растворами бифторида аммония, серной кислоты для высококремнистых руд.

Выщелачивание может быть периодическим и непрерывным. При периодическом выщелачивании пульпу периодически закачивают в параллельно работающие чаны (рисунок 1, а). После перемешивания в течение определенного промежутка времени пульпу выпускают или перекачивают в сборные чаны, а в выщелачивательные чаны закачивают новую порцию пульпы. В чанах сборниках выщелоченная пульпа накапливается и поддерживается во взвешенном состоянии до поступления на последующую обработку. Все циклы выщелачивания и отмывки можно осуществлять в одном чане. При непрерывном выщелачивании пульпа поступает вряд последовательно соединенных чанов (рисунок 1,б), где она подвергается перемешиванию. Если система не обеспечивает перемещение пульпы самотеком, для ее перекачки применяют насосы. Непрерывно действующая система выщелачивания обычно соединяется с непрерывной системой обезвоживания. Преимущества непрерывной системы выщелачивания, по сравнению с периодической, следующие:

1) возможность полной автоматизации процесса;

2) сокращение рабочей силы;

3) меньшее сечение трубопроводов, меньшая мощность двигателей и насосов для перекачки пульпы;

4) более эффективное использование чанов, так как отсутствуют операции закачивания и вывода пульпы;

5) отсутствие чанов-сборников и соответственно затрат энергии на поддержание в них пульпы во взвешенном состоянии.

В современной практике поэтому, в подавляющем большинстве случаев применяют схему непрерывного выщелачивания.

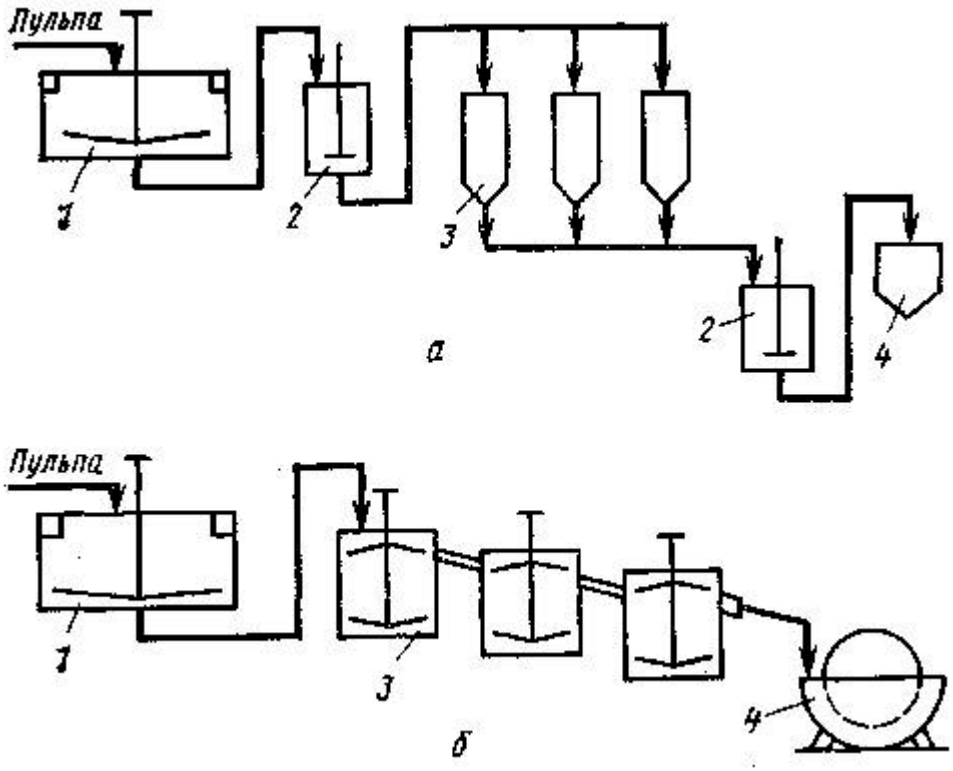
По принципу действия аппараты в гидрометаллургии подразделяют на следующие:

1) с механическим перемешиванием;

2) с пневматическим перемешиванием;

3) с пневмомеханическим перемешиванием.

К первому типу относятся чаны-сборники и чаны с импеллерной мешалкой. Чаны-сборники - простейшие чаны, используемые для накапливания и поддержания пульпы во взвешенном состоянии. Перемешивание в этих чанах осуществляют простой крестовиной, насаженной на вертикальный вал. Для поддержания твердых частиц во взвешенном состоянии скорость мешалки на концах лопастей должна быть ≥200 м/мин.



1 – сгуститель; 2 – чансборник; 3 – чан для перемешивания; 4 – фильтр

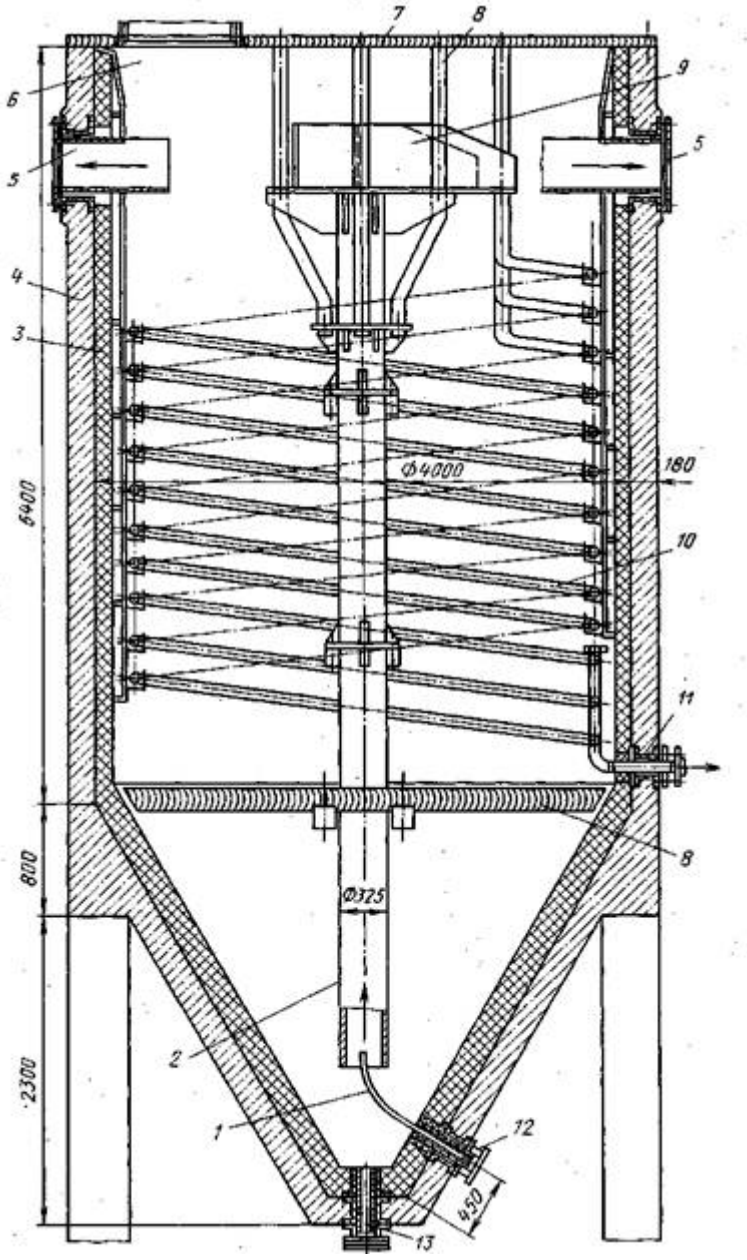
Рис. 1. Схемы периодического (а) и непрерывного (б) выщелачивания

Основным типом чанов с пневматическим перемешиванием является весьма распространенный аппарат с центральным эрлифтом - пачук (рисунок 2). Пачук - высокий цилиндрический чан, диаметр которого обычно в 3 раза меньше высоты, с коническим днищем.

Технические характеристики пачуков следующие: размеры чана, м: диаметр: 3,0; 3,6; 4,5; высота: 0,9÷1,0; 10,8; 13,5; масса металлических частей, т: 7,3; 9,1; 13,6;емкость, м3: 50,9; 84,9; 155,6; расход воздуха, м3/мин: 1,4; 2,1; 2,8; давление воздуха, МПа: 0,14÷0,21 0,14÷0,21; 0,21÷0,28.

В центре чана установлена открытая с обеих сторон эрлифтная труба, внутрь которой на ½–2/3 ее высоты введена другая труба меньшего диаметра, служащая для подвода сжатого воздуха. По внутренней трубе пачука, наполненного пульпой, нагнетают сжатый воздух, который в виде

отдельных пузырей поднимается вверх по центральной трубе эрлифта. Благодаря этому плотность пульпы внутри центральной трубы становится меньше плотности пульпы в самом аппарате. Менее плотная пульпа поднимается по центральной трубе и переливается через ее верхний край. Более плотная пульпа, не содержащая пузырьков воздуха, поступает в центральную трубу снизу. Таким образом, в аппарате устанавливается непрерывная циркуляция пульпы.



1 – сопло; 2 – труба эрлифта; 3 – футеровка; 4 – железобетонный корпус; 5 – выпускной желоб; 6 – лаз; 7 – крышка; 8 – крепления трубы; 9 – верх эрлифта; 10 – паровой змеевик; 11 – отвод конденсата; 12 – крепления сопла; 13 – разгрузочный патрубок

Рис. 2. Пачук

УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЛИТИЯ

Пищулин В.П., Леонов Д.С.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65,
xumukdji@yandex.ru

Высокочистый металлический литий и различные его соли, благодаря своим уникальным свойствам играют важную роль в индустриальном развитии современного общества. Области его практического применения, неразрывно связанные с использованием высоких технологий, весьма разнообразны.

Металлический литий производят электролизом расплавленного хлорида лития, а также восстановлением оксидов или карбоната лития. Чистота лития, получаемого электролизом, выше 99 %.

Наиболее высокая чистота лития достигается ректификацией (непрерывной противоточной дистилляцией) – до 99,99 % и зонной плавкой – до 99,96 % *Li*.

Разработана аппаратурно-технологическая схема получения металлического лития, представленная на рисунке 1.

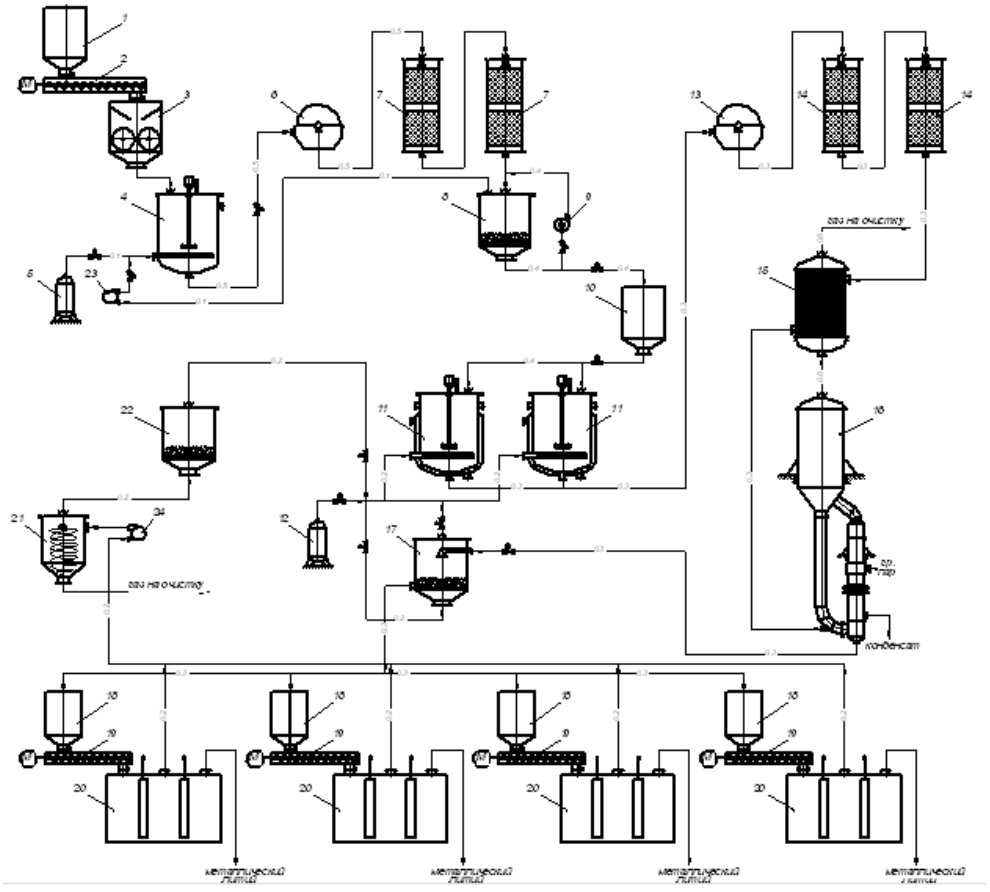


Рис.1. Аппаратурно-технологическая схема получения металлического лития

Технический карбонат лития Li_2CO_3 из бункера 1 с помощью шнека-питателя 2 подают в валковую мельницу 3, где материал подвергается механоактивации с целью ускорения процесса его перевода в растворимую соль гидрокарбоната лития. После этого активированный карбонат лития засыпают в реактор 4. При этом протекает следующая реакция:

$$Li_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2LiHCO_3$$

После фильтрации в барабанном вакуум-фильтре 6, полученный раствор гидрокарбоната лития пропускают через сорбционные колонны 7, в которых происходит очистка от примесей натрия и кальция. Нижний слой в сорбционной колонне состоит из НУМС-О, а верхний слой - из углерод-углеродного сорбента НУМС-Sb. Процесс очистки литийсодержащих растворов протекает согласно следующим реакциям:

$$2H\left[Sb(OH)_6\right] + Ca^{+2} \rightarrow Ca\left[Sb(OH)_6\right]_2 + 2H^+,$$
$$H\left[Sb(OH)_6\right] + Na^+ \rightarrow Na\left[Sb(OH)_6\right] + H^+.$$

Результаты анализа исходной соли технического карбоната лития и очищенной на сорбенте НУМС-Sb, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты анализа исходного Li_2CO_3 и очищенного на сорбенте НУМС-Sb

Элемент	Концентрация, % мас.	
	Li_2CO_3	НУМС-Sb
Li	98,5-99	99,995
Na	0,046	0,00015
Ca	0,02	0,0006
Si	0,014	0,00057
Mg	0,0048	0,0002

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что после последовательной сорбционной очистки Li_2CO_3 на сорбентах НУМС-О и НУМС-Sb содержащие всех лимитируемых примесей уменьшается в 10^2 до 10^3 раз и получается продукт, содержащий не менее 99,995 % Li_2CO_3.

После очистки от примесей раствор гидрокарбоната лития нагревают в аппарате кипящего слоя 8, до 100^oC. При этом происходит осаждение очищенного карбоната лития по реакции:

$$LiHCO_3 \rightarrow Li_2CO_3 + CO_2 + H_2O.$$

Осажденный карбонат лития вместе с водой собирают в промежуточном бункере хранения очищенного карбоната лития 10.

Далее карбонат лития из бункера 10 подают в реактор хлорирования 11, где происходит хлорирование карбоната лития. В результате получают 10%-й раствор хлорида лития. Этот процесс протекает по следующей реакции:

$$Li_2CO_3 + Cl_2 \rightarrow 2LiCl + CO_2 + 1/2O_2.$$

После фильтрации в барабанном вакуум-фильтре 13 полученный раствор хлорида лития пропускают через сорбционные колонны 14, заполненные углерод-углеродным сорбентом НУМС-Sb.

Экспериментальные данные по сорбции натрия из $LiCl$ сорбентом НУМС-Sb в динамических условиях представлены в таблице 2. Результаты сорбции в виде зависимостей изменений концентраций Na^+ в растворе $LiCl$ при различных скоростях пропускания раствора, представлены на рисунке 2. Из данных, представленных в таблице 2, видно, что с увеличением скорости пропускания раствора через слой сорбента НУМС-Sb, увеличивается время насыщения сорбента.

Таблица 2.

Результаты сорбции Na^+ из $LiCl$ сорбентом НУМС-Sb в динамических условиях

Время, ч	Концентрация натрия на выходе из сорбционной колонны, мг/л		
	0,55 м/ч	0,88 м/ч	3,0 м/ч
0	36,0	36,0	36,0
0,3			6,0
0,5			10,0
1,0		1,0	15,0
1,5		7,5	20,0
2,0		12,5	25,0
2,5	1,0	16,0	32,0
3,0	4,5	20,0	36,0
3,5	10,0	24,0	
4,0	14,0	28,5	
4,5	20,0	36,0	
5,0	25,0		
5,5	30,0		
6,0	33,0		
6,5	36,0		

Далее раствор поступает в выпарной аппарат 16, в котором происходит упаривание 10% хлорида лития до 30%, предварительно подогреваемого в теплообменнике 15 до 105^oC, где для экономичности в качестве горячего тела используется вторичный пар с выпарного аппарата.

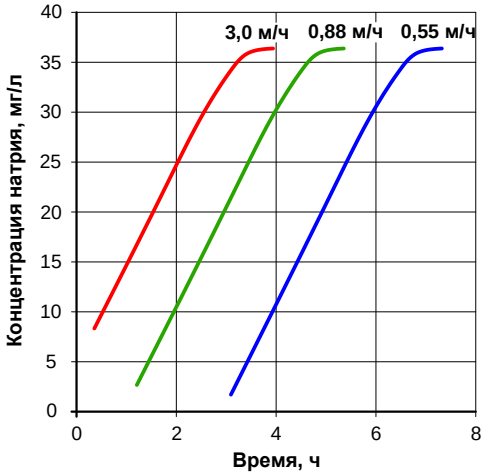


Рис.2. Зависимости изменений концентраций Na^+ в растворе $LiCl$ при различных скоростях пропускания раствора

После этого 30% раствор хлорида лития вместе с хлором поступает в аппарат кипящего слоя 17. Затем хлорид лития с помощью питающего шнека 19 вместе с хлоридом калия подают в электролизные ванны 20, где происходит электролиз хлористого лития в результате чего получают металлический литий по реакции:

$$2LiCl \rightarrow 2Li + Cl_2.$$

В процессе электролиза выделяется хлор, который при помощи газодувки 24 подают на циклон 21, где происходит очистка от пыли. Далее хлор поступает на сушку в аппарат кипящего слоя 22, заполненный гранулами из фторопласта. После чего хлор подают в аппарат кипящего слоя 17 и в реактор хлорирования 11.

Также было произведено конструирование и расчет следующих аппаратов:

1) Выпарной аппарат для упаривания 10 % хлорида лития до 30 %, предварительно подогреваемого в теплообменнике до 105 °С, где в качестве горячего тела используется вторичный пар с выпарного аппарата:

– производительность по исходному раствору, *кг/с* 0,03;
– давление греющего пара, *МПа* 0,45;
– давление вторичного пара, *МПа* 0,10;
– поверхность теплообмена, $м^2$ 10.

2) Электролизер, где происходит электролиз хлористого лития в результате чего получают металлический литий по реакции:

$$2LiCl \rightarrow 2Li + Cl_2,$$

– производительность по металлическому литию, *кг/ч* 4,17;
– сила постоянного тока, *кА* 56;
– поверхность теплообмена, $м^2$ 11,745.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ УСТАНОВКИ ПЕРЕРАБОТКИ ОБЛУЧЕННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

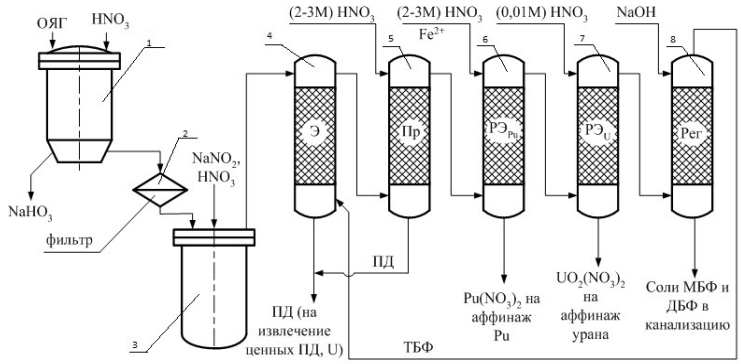
Рудик А.А. Пищулин В.П.
СТИ НИЯУ МИФИ
г. Северск Томской области, пр. Коммунистический 65, e-mail: pischulin@ssti.ru

В данной работе рассматривается расчет и конструирование установки переработки облученного ядерного топлива, а также приведены результаты расчета пульсационного экстрактора. Осуществлен подбор оборудования.

Регенерация ядерного топлива является основной задачей радиохимической переработки отработавших ТВЭЛов АЭС. В процессе переработки в первую очередь производится выделение урана, плутония, и отчистка их от радиоактивных продуктов деления, в том числе от нейтронопоглащающих элементов (нейтронных ядов).

Переработка отработанного ядерного топлива(ОЯТ) заключается в удалении оболочки, растворении ОЯТ в азотной кислоте, отделении нерастворимых веществ, экстракционном разделении урана, плутония и продуктов деления.

В промышленных условиях отработана аппаратурно-технологическая схема переработки ОЯТ, представленная на рисунке 1.



1 – реактор растворения; 2 – фильтр (центрифуга); 3 – смеситель;
4 – экстракционная колонна; 5 – промывная колонна; 6 – колонна реэкстракции Pu;
7 – колонна реэкстракции U; 8 – регенерационная колонна ТБФ

Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема переработки ОЯТ

Экстракционная очистка осуществляется в каскаде из пяти последовательно соединенных противоточных экстракционных колонн. При этом, в качестве экстрагента подаваемого в колонну *4*, используется нейтральное органическое соединение – 20 % раствор трибутилфосфата в керосине.

Полученный экстракт для удаления из него растворимых примесей продуктов деления направляется в промывную колонну 5, где подвергается обработке двух мольным раствором азотной кислоты.

Очищенный от растворимых примесей органический раствор, содержащий нитраты урана, плутония поступает в нижнюю отстойную зону реэкстракционной колонны *6*, где под действием реэкстрагента - 2 мольного раствора азотной кислоты и двухвалентного железа (является восстановителем плутония и нептуния), добавляемого в виде сульфамата, получаемый нитрат 3-х вылентного плутония переходит из органической фазы в водный раствор и направляется на аффинаж. Аналогично в колонне *7* происходит процесс реэкстракции уранил нитрата 0,01 молярным раствором азотной кислоты.

После этого, отделенный в результате реэкстракции органический раствор трибутилфосфата в керосине поступает в регенерационную колонну *8*, в которой нейтрализуется гидроксидом натрия подводимого самотеком. В результате чего, органический раствор трибутилфосфата очищается от растворов моно- и дибутилфосфата, которые образуются при его радиолизе. Очищенный органический раствор трибутилфосфата возвращается в технологический процесс.

Таким образом, в результате замыкания технологического процесса обеспечивается более полное и экономичное использование столь дорогого экстрагента, как органический раствор трибутилфосфата.

Примеси образующиеся в процессе экстракционной очистки регенерированного уранового сырья и накапливаемые в емкостях-хранилищах, подвергаются нейтрализации и последующему захоронению.

Основным оборудованием экстракционной переработки являются экстракторы.

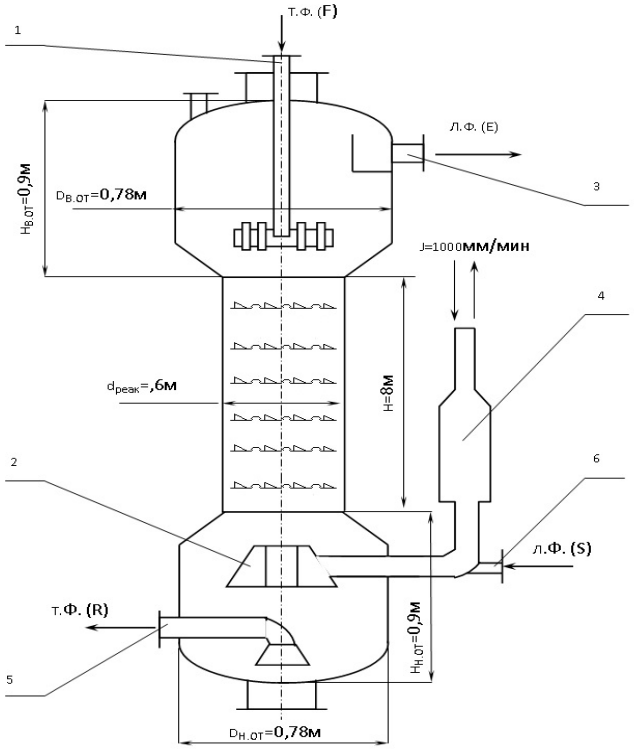
Наибольшее распространение получили пульсационные колонны, представленной на рисунке 2. Разработан насадочный пульсационный экстрактор с пакетной насадкой «Томская», представленной на рисунке 3. Перемешивание фаз в таких аппаратах осуществляется в результате возвратно-поступательных движений фаз в колонне передающихся от «воздушных» пульсаторов.

Наличие пульсационной системы перемешивания фаз позволило снизить общую высоту аппарата до 8-10 метров, уменьшить время контакта фаз, а следовательно, и радиационные нагрузки на экстрагент и разбавитель. Экстракторы этого типа обладают высокой эффективностью, надежностью и возможностью работы в широком диапазоне условий. В них достаточно полно разделяется уран, плутоний и нептуний, достигается хорошая очистка от продуктов деления.

Колонные экстракторы характеризуются высокой производительностью, занимают малую производственную площадь, что особенно важно при переработке отработанного ядерного горючего.

Колонный экстрактор с насадкой «Томская» отличается от колонны с насадкой КРИМЗ конструкцией тарелки.

Насадка «Томская» обеспечивает большую механическую прочность и долговечность тарелки по сравнению с насадкой КРИМЗ.



1,5 – штуцеры для подачи и отвода твердой фазы;
2 – распределитель-гидрозатвор; 3,6 – штуцеры для подачи и отвода легкой фазы; 4 – пульсационная камера

Рис. 2. Эскиз пульсационного экстрактора

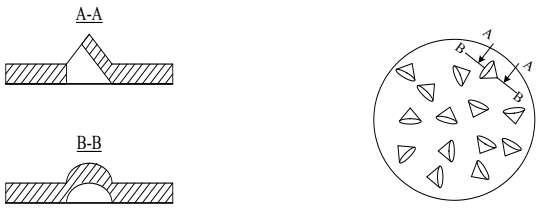


Рис. 3. Пакетная насадка «Томская»

Проведено конструирование и расчет насадочного пульсационного экстрактора с пакетной насадкой «Томская».

Основные параметры расчета пульсационного экстрактора: диаметр верхней отстойной зоны 780мм, высота верхней отстойной зоны 900мм, диаметр реакционной зоны 600мм, высота реакционной зоны 8000мм,

ОЧИСТКА ТЕТРАФТОРИДА ЦИРКОНИЯ ОТ ПРИМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЦИРКОНИЯ

Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л., Нагорнов С.И.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,636036, г.Северск, Томская область, р.Коммунистический, 65,e-mail: IYRusakov@mephi.ru

В щёлочно-экстракционно-фторидной технологии производства реакторного циркония одним из недостаточно отработанных этапов является очистка тетрафторида циркония (ТФЦ) от примесей перед кальциетермическим восстановлением. В качестве рафинировочной операции применяют процесс сублимации ТФЦ. Этот процесс обеспечивает получение компактного, плотного, достаточно устойчивого к гидролизу продукта и гарантирует необходимую степень очистки от ряда примесей, особенно от кислорода. Вместе с тем, сублимация имеет ряд недостатков:

- недостаточная эффективность отделения от некоторых примесей, особенно, алюминия и газовых примесей;
- низкая скорость процесса и, как следствие, ограниченная производительность сублимационных аппаратов.

Источниками примесей в конечном продукте могут быть исходное сырьё, недостаточная эффективность отделения примесей на этапе сублимационной очистки и продукты коррозии материалов сублимационных аппаратов.

Проблему очистки тетрафторида циркония от примесей и продуктов коррозии оборудования можно решить следующими способами:

- подбором более коррозионно-стойких материалов при проектировании и изготовлении сублиматоров;
- улучшением качества исходного тетрафторида циркония;
- усовершенствованием процесса сублимации [1, 2].

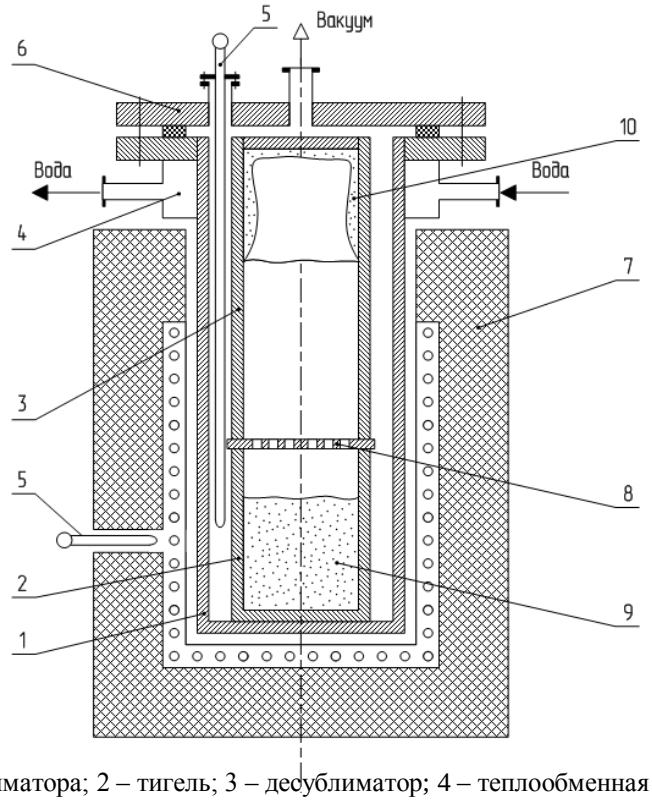
Целью проведённых исследований является разработка нового способа увеличения эффективности сублимационной очистки тетрафторида циркония и её скорости путём усовершенствования процесса сублимации.

Задачу увеличения эффективности сублимационной очистки и повышения скорости этого процесса можно решить путём увеличения доли вещества, одновременно вовлечённого в процесс сублимации. Для этого нами предложено вводить в объём ТФЦ, подвергаемого сублимации, материал, обладающий высокой теплопроводностью и потому способствующий более интенсивной передаче тепла в объём слоя сублимирующегося вещества. В качестве такого материала нами предлагается использовать стружку (гарнисаж, обрезки и другие измельчённые отходы) металлического циркония или другие соединения

[3], повышающих теплопроводность шихтового материала (тетрафторида циркония). Такие добавки циркония, на наш взгляд, будут, во-первых, вносить минимальное количество примесей в ТФЦ, так как их состав близок к кондиционному материалу; и, во-вторых, металлический цирконий при высоких температурах является геттером и интенсивно поглощает многие газообразные продукты, например, фторид водорода и пары воды, что приведёт к замедлению процесса коррозии материала сублиматора. В третьих, металлический цирконий, имея высокую химическую активность, уменьшает летучесть некоторых примесей.

Эти предположения были проверены на лабораторном сублиматоре, схема которого показана на рисунке 1.

Эксперименты проводили по следующей методике. В корпус сублиматора устанавливали никелевый тигель с шихтой, состоящей из исходного ТФЦ и стружки циркония размером 0,5×4×40 мм. Десублиматор изготовили в виде никелевого стакана, который установили вверх дном и организовали охлаждение протоком воды в теплообменной рубашке.



1 – корпус сублиматора; 2 – тигель; 3 – десублиматор; 4 – теплообменная рубашка; 5 – термопары; 6 – крышка; 7 – электрическая печь; 8 – экран; 9 – шихта; 10 – десублимат

Рис.1. Схема лабораторного сублиматора

Сублиматор устанавливали в печь с позиционным регулированием температуры. После загрузки шихты аппарат герметизировали, вакуумировали до остаточного давления 400-500 Па, заполняли аргоном до атмосферного давления и нагревали до 1025 К. За начало процесса сублимации принимали момент достижения давления в реторте 180 Па, которое сохранялось в течение всего эксперимента. Заканчивали процесс

сублимации по истечению заданного промежутка времени путём охлаждения печи и извлечения из неё сублиматора. Продолжительность процесса сублимации во всех экспериментах в каждой серии опытов была постоянной, степень сублимации определяли по массе остатка шихты в тигле.

Для определения влияния содержания циркониевой стружки в сублимируемом ТФЦ на степень его сублимации провели две серии опытов. Первую серию проводили при постоянной начальной массе ТФЦ (300 г), а вторую – при постоянной массе шихты (200 г) и переменном количестве стружки циркония. В качестве критерия скорости сублимации принимали степень сублимации за одинаковые промежутки времени. Результаты экспериментов показаны графически на рисунке 2.

Рис.2. Зависимость степени сублимации ТФЦ от содержания стружки в шихте и продолжительности сублимации

Из графиков, приведённых на рисунке 2, следует, что существенное увеличение степени сублимации и, соответственно, выхода десублимата в обеих сериях экспериментов наблюдается при увеличении начального содержания стружки в шихте до 8-10%. Так, при продолжительности опытов 30 и 90 мин, максимальная степень сублимации ТФЦ составила 38,1 и 64,7 %, соответственно. Дальнейшее увеличение содержания стружки в шихте скорость сублимации, и соответственно, степень его сублимации не увеличивает, а при содержании более 15 % даже уменьшает.

Положительное влияние стружки в этом случае можно объяснить увеличением теплопроводности шихты за счёт развитой поверхности нагретой стружки и интенсификацией теплопередачи к объёму слоя тетрафторида циркония за счёт высокой теплопроводности добавленной к ТФЦ стружки металлического циркония. Так, коэффициент теплопроводности циркония равен 21,4 Вт/(м·К) [4], что в 82 раза

превышает эту величину для зернистого слоя материала тетрафторида циркония (0,258 Вт/(м·К) [5].

Проведённые эксперименты позволили также исследовать и поведение примесей при сублимации ТФЦ в присутствии циркониевой стружки. Цирконий, как достаточно активный металл, может вступать в химическое взаимодействие с фторидами примесных металлов с образованием менее летучих форм, которые при условиях сублимации ТФЦ остаются в остатке. В качестве примера можно привести следующие уравнения процессов [6, 7] и энергии Гиббса для них, рассчитанные с использованием данных по высокотемпературным составляющим энтальпии и энтропии [8, 9].

Таблица 1.

Значения энергии Гиббса для реакций металлического циркония с некоторыми фторидами

Уравнение реакции	Температура, К	Энергия Гиббса, ΔG_T^0, кДж/моль
$Zr_{(т)} + \frac{4}{3}AlF_{3(г)} = \frac{4}{3}Al_{(т,\ ж)} + ZrF_{4(г)}$	298 – 1400	(–43,8) – (–3,4)
$Zr_{(т)} + 2CrF_{2(г)} = 2Cr_{(т)} + ZrF_{4(г)}$	298 – 1600	(–783,2) – (–521,9)
$Zr_{(т)} + 2NiF_{2(г)} = 2Ni_{(т)} + ZrF_{4(г)}$	298 – 1600	(–961,9) – (–722,8)
$Zr_{(т)} + \frac{4}{3}FeF_{3(г)} = \frac{4}{3}Fe_{(т)} + ZrF_{4(г)}$	298 – 1600	(–654,1) – (–555,2)
$Zr_{(т)} + 4FeF_{3(г)} = 4FeF_{2(т)} + ZrF_{4(г)}$	298 – 1600	(–1164) – (–653,0)
$Zr_{(т)} + 2FeF_{2(г)} = 2Fe_{(т)} + ZrF_{4(г)}$	298 – 1600	(–921,3) – (–658,3)
$Zr_{(т)} + SiF_{4(г)} = Si_{(т)} + ZrF_{4(г)}$	298 – 1600	(–63,7) – (–87,8)

Из данных, приведённых в таблице 1, видно, что при температуре сублимации ТФЦ (1000 – 1200 К) примеси алюминия, хрома, никеля, железа и кремния в виде фторидов будут восстанавливаться цирконием до металлического состояния, которые не сублимируются при условиях опыта, поэтому будет происходить очистка десублимата. Примеси после восстановления могут также взаимодействовать с металлическим цирконием с образованием труднолетучих интерметаллических соединений, а в случае кремния – силицидов [10].

Цирконий, являясь хорошим геттером, взаимодействует с газами и парами, содержащими кислород и фтороводород с образованием нелетучих в данных условиях соединений [10].

Таблица 2.

Значения энергии Гиббса для реакций металлического циркония с газами и парами, содержащими кислород и фтор

Уравнение реакции	Температура, К	Энергия Гиббса, ΔG_T^0, кДж/моль Zr
$Zr + O_2 = ZrO_2$	298 – 1600	(–1042,5) – (–799,5)
$Zr + 2H_2O = ZrO_2 + 2H_2$	298 – 1600	(–585,3) – (–481,6)
$2Zr + CO_2 = ZrC + ZrO_2$	298 – 1600	(–420,3) – (–291,9)
$Zr + HF = ZrF_4 + 2H_2$	298 – 1600	(–708,3) – (–348,2)

Благодаря этим реакциям на стружке циркония фиксируются кислород и пары воды, а также фтороводород, сорбированные на поверхности исходного ТФЦ, или попадающие в десублиматор через неплотности.

Для экспериментального подтверждения этих предположений были отобраны усреднённые пробы от десублимата второй серии опытов для анализов на содержание основных примесей. Результаты анализов приведены на рисунке 3.

Из данных, приведённых на рисунке 3, следует, что с увеличением содержания стружки в исходной шихте концентрации всех перечисленных примесей в десублимате уменьшаются. Причём, при содержании стружки в шихте 10-12 % происходит их резкое снижение. Затем их содержания в десублимате уменьшаются незначительно. Максимальное снижение концентрации примесей составило: алюминия – в 7 раз, никеля – более чем в 3,5 раза, кислорода – в 1,9 раза, хрома – в 1,8 раза, железа – в 2,5 раза, кремния – более чем в 2,2 раза. Причиной улучшения очистки ТФЦ при использовании стружки является поглощение стружкой паров воды и фтороводорода, которые ранее увеличивали скорость коррозии материала аппарата и вспомогательного оборудования (например, вакуумные насосы).

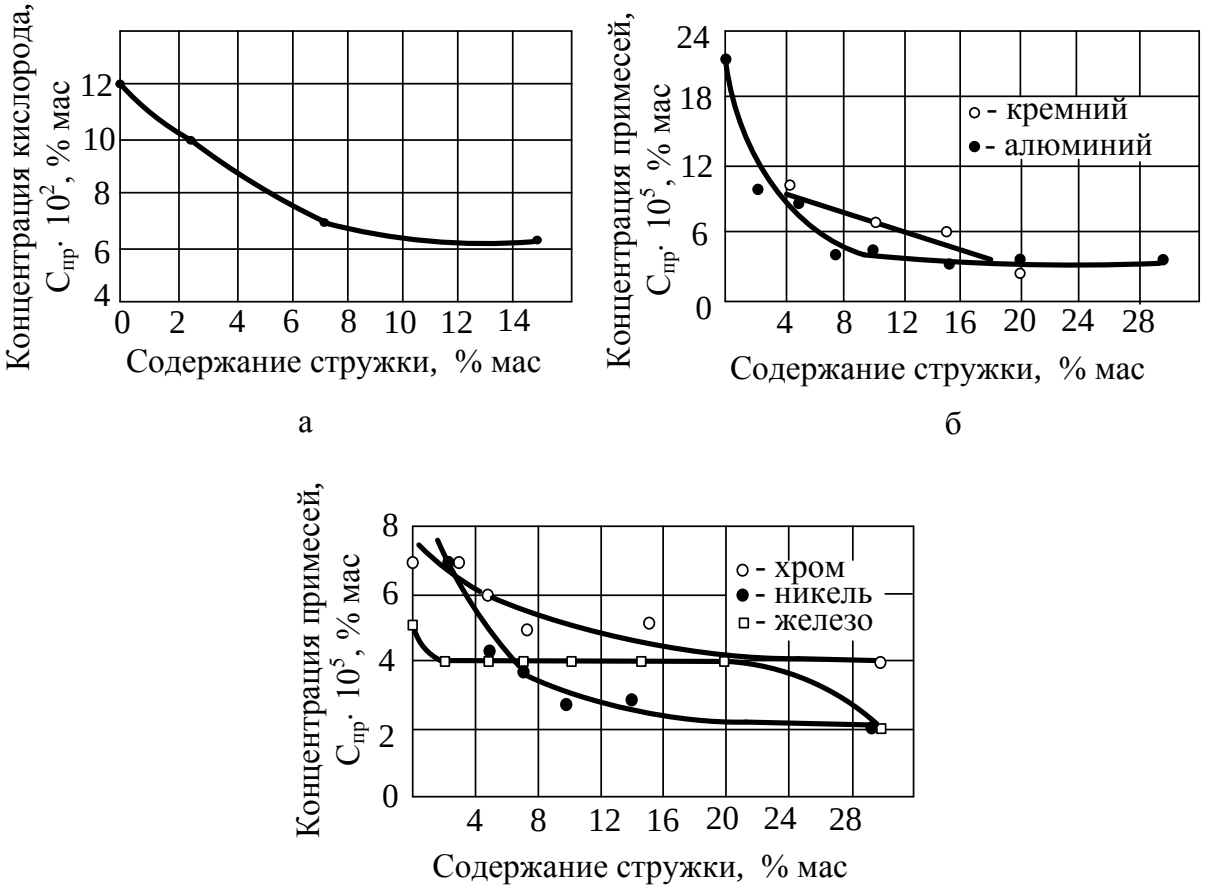


Рис.3. Зависимости концентраций кислорода (а), кремния и алюминия (б), хрома, никеля и железа (в) в десублимате ТФЦ от содержания стружки в шихте

На основании полученных положительных результатов были проведены исследования в опытно-промышленных условиях по сублимации ТФЦ в присутствии циркониевой стружки. Сублимацию проводили в аппарате периодического действия с разовой загрузкой исходной шихты до 500 кг с равномерно распределённой по её объёму 10 % циркониевой стружки. В ходе исследований определяли влияние стружки на продолжительность цикла работы сублиматора и эффективность очистки тетрафторида циркония от примесей. Сравнительный анализ экспериментов, проведённых без использования стружки и в присутствии стружки, показан в таблицах 3 и 4.

Из данных, приведённых в таблице 4, видно, что при простой вакуумной сублимации не происходит очистки ТФЦ от алюминия, железа и хрома. Это можно объяснить попаданием этих элементов в десублимат в результате коррозии сплавов 06ХН28МДТ и ХН85МЮ-ВИ, из которых были изготовлены детали сублиматора.

Таблица 3.

Сравнение параметров сублимационных процессов

Параметр процесса	Без использования стружки	С использованием стружки
Исходная масса ТФЦ, кг	200,0	200,0
Масса стружки, кг (% мас.)	-	20 (10)
Продолжительность цикла работы, ч	51,3	35,6
Продолжительность нагревания (выход на режим сублимации), ч,	9,1	6,5
Продолжительность сублимации, ч	18,2	12,8
Продолжительность охлаждения, ч	15,0	7,3
Продолжительность подготовительно-заключительных операций (загрузка, вакуумирование и проверка на плотность сублиматора, разгрузка и др.), ч	9,0	9,0
Выход десублимата, кг (% мас.)	136,6 (68,3)	142,0 (71,0)

Примечание – В таблице приведены средние значения параметров по 5 опытам без использования стружки и с использованием стружки циркония.

Таблица 4.

Влияние металлического циркония на очистку ТФЦ от примесей в опытно-промышленном сублиматоре

Наименование примеси	Коэффициент очистки без стружки, $К_о$	Коэффициент очистки с добавлением стружки (10 % мас.), $К_{ос}$	Эффективный коэффициент очистки
Алюминий	0,75	1,87	2,5
Азот	1,0	1,0	1,0
Железо	0,576	3,24	5,6
Кислород	14,9	16,7	1,1
Никель	1,95	7,73	4
Хром	0,698	1,04	1,5

Примечание – Эффективный коэффициент очистки определяли как отношение $К_{ос}/К_о$.

При сублимационной очистке ТФЦ в присутствии стружки металлического циркония по сравнению с вакуумной сублимацией без добавления стружки наблюдалось:

- увеличение скорость сублимации ТФЦ на 40%, что позволило сократить продолжительность сублимации с 51,3 до 35,6 ч, тем самым увеличить производительность установки на 45%;

- снижение содержания примесей в десублимате ТФЦ: алюминия – в 2,5 раза, железа – в 5,6 раза, кислорода – в 1,1 раза, никеля – в 4 раза, хрома – в 1,5 раза;

- увеличение в 1,5 раза ресурса работы вакуумных насосов за счёт уменьшения концентрации в отходящих газах паров воды, фторида водорода и других летучих фторсодержащих соединений.

Таким образом, существенные положительные результаты лабораторных исследований сублимационной очистки тетрафторида циркония в присутствии стружки металлического циркония и испытаний в опытно-промышленных условиях позволяют рекомендовать этот способ к промышленному использованию.

ЛИТЕРАТУРА

1 Софронов В.Л., Малютина В.М., Буйновский А.С., Соловьёв А.И. Фторидный способ получения циркония и его сплавов из рудного сырья // Современные неорганические фториды: Сборник трудов II Международного сибирского семинара ISIF-2006 по химии и технологии современных неорганических фторидов. – Томск: ТПУ, 2006. – 385с. – ISBN 5-901688-08-2: С.295-299.

2 Буйновский А.С., Русаков И.Ю., Софронов В.Л., Дьяченко А.Н. Разделение фторидов циркония и гафния на активной насадке // Известия ВУЗ. Физика. №11/2, 2010, С.107-111.

3 Пат. №2457265 РФ. Способ очистки циркония от гафния / Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л. Опубл. 27.07.2012, Бюл.№24.

4 Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники / Справочник. – М.: Атомиздат, 1968. – 484с.

5 Буйновский А.С., Софронов В.Л. Очистка веществ методом сублимации и десублимации. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПИ им. С.М.Кирова. 1989. – 96с.

6 Ожерельев, О.А. Сублимационной очистка фторидов циркония, гафния, титана / О.А.Ожерельев. – Новосибирск: Наука, 2005. – 135 с. – Библиогр.: 131-134. – 500 экз. – ISBN 5-02-032459-0.

7 Ожерельев, О.А. Физико-химическая модель сублимационной очистки фторидов циркония, гафния, титана от 3-d переходных металлов и её приложения: Монография / О.А.Ожерельев, А.С.Федин. – Северск: Изд-во СГТИ, 2004. – 125 с. – Библиогр.: 99-101. – ISBN 5-93915-060-81.

8 Основные свойства неорганических фторидов. Справочник / Э.Г. Раков, Ю.Н. Туманов, Ю.П. Бутылкин и др. – М.: Атомиздат, 1975. – 400 с.

9 Киреев, В.А. Методы практических расчётов в термодинамике химических реакций / В.А.Киреев. – М.: Химия, 1970. – 520 с.

10 Барышников, Н.В. Металлургия циркония и гафния / Н.В. Барышников, В.Э. Гегер, И.Д. Денисова и др. Под ред. Нехамкина А.Г. – М.: Металлургия, 1979. – 208 с.

РАЗДЕЛЕНИЕ ФТОРИДОВ ЦИРКОНИЯ И ГАФНИЯ НА ДИОКСИДЕ ЦИРКОНИЯ

Русаков И.Ю., Буйновский А.С., Софронов В.Л., Солоха Д.И.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томская область, пр.Коммунистический, 65,
e-mail: IYRusakov@mephi.ru

Проблема разделения циркония гафния осложнена тем, что химические свойства их схожи из-за сходства в строении атомов. Одним из перспективных направлений развития и усовершенствования технологии циркония и гафния является технология с использованием элементарного фтора. Большой объём работ в этом направлении был проведён в Томском политехническом университете и Северском технологическом институте. Составной частью выполненных работ являются материалы, изложенные в данной статье.

Тетрафторид гафния способен вступать в обменную реакцию с диоксидом циркония

$$ZrO_{2(тв)} + HfF_{4(пар)} \leftrightarrow HfO_{2(тв)} + ZrF_{4(пар)} \quad (1)$$

Расчёты показывают, что изменение энергии Гиббса в интервале температур (700-1300)К, то есть при температурах сублимации ТФЦ и ТФГ, имеет отрицательные значения.

Кроме реакции (1) в системе могут протекать реакции

$$ZrO_{2(тв)} + ZrF_{4(пар)} \leftrightarrow ZrO_xF_{4-2x(тв)}, \quad (2)$$

$$HfO_{2(тв)} + HfF_{4(пар)} \leftrightarrow HfO_xF_{4-2x(пар)}. \quad (3)$$

В инертной атмосфере оксофториды циркония разлагаются с образованием диоксида и тетрафторида циркония при температурах: оксофторид с x=0,25 – выше 813К, с x=0,63 – выше 823К [1], с x=0,75 – выше 833К [2], с x=1 – выше 773К [3]. По данным работы [4], твёрдая фаза, образующаяся по реакции (2), начинает выделять парообразный тетрафторид циркония при температуре 1023К. Аналогично ведут себя оксофториды гафния, образующиеся по реакции (3). Исходя из этого следует, что при температурах выше 1023К диоксид циркония будет селективно взаимодействовать с тетрафторидом гафния. При этом гафний будет концентрироваться в твёрдой фазе (в диоксиде циркония), а цирконий – в паровой фазе, обеднённой по гафнию.

В таблице 1 представлены результаты термодинамического расчёта зависимости коэффициента разделения от температуры, проведённого с учётом равенства коэффициента равновесия и константы равновесия для реакции (1).

Расчёт показывает, что теоретический коэффициент разделения циркония и гафния в этом процессе может достигать высоких значений,

например, при температуре 1050 К он равен 135, и уменьшается с ростом температуры.

Таблица 1.

Зависимость энергии Гиббса и коэффициента разделения от температуры

Температура, К	$-\Delta G_T$, кДж/моль	Коэффициент разделения	Температура, К	$-\Delta G_T$, кДж/моль	Коэффициент разделения
700	40,71	1090	1050	42,84	135
750	40,92	709	1100	43,01	110
800	41,21	489	1150	43,26	92,4
850	41,55	358	1200	43,47	77,9
900	41,92	271	1250	43,72	67,2
950	42,26	211	1300	44,06	59,0
1000	42,55	167	-	-	-

С целью обоснования данного метода были проведены исследования, результаты которых изложены ниже.

Эксперименты проводились в цилиндрических аппаратах горизонтального и вертикального исполнений. Аппарат условно разделён на три части: в левой (или нижней) части находился исходный тетрафторид циркония, содержащий гафний, в средней – насадка из диоксида циркония, в правой (или верхней) происходила десублимация продукта. Температура контролировалась с помощью хромель-алюмелевых термопар.

В условиях опыта (давление и температура), обеспечивающих сублимацию тетрафторида циркония (ТФЦ), содержащего тетрафторид гафния (ТФГ), смесь их паров проходили над слоем (или через слой) диоксида циркония. Пары обогащались по тетрафториду циркония согласно уравнению (1) и десублимировались на охлаждаемой поверхности конденсатора. После окончания процесса и охлаждения аппарата, отбирались усреднённые пробы с десублиматора и диоксида циркония для определения содержания гафния. Анализ проб на гафний проводился рентгено-радиометрическим методом [5] на дифференциальном рентгеновском анализаторе. Содержание гафния в исходном тетрафториде циркония составляло от 0,5 до 20,5 мас. %, диоксид циркония использовался с содержанием гафния от 0,01 до 0,07 мас. %.

Для проверки эффекта разделения тетрафторидов циркония и гафния при взаимодействии их паров с диоксидом циркония исследовалось влияние высоты слоя диоксида циркония на эффективный коэффициент разделения β, определяемый по формуле

$$\beta = \frac{x_0}{y_0}, \qquad (4)$$

где x_0 – концентрация гафния в исходном тетрафториде;

y_0 – концентрация гафния в десублимате.

Опыты проводились при температуре слоя диоксида циркония (1030–1038) К и массой исходного тетрафторида 30,0г.

Результаты эксперимента приведены в таблице 2

Таблица 2.

Зависимость эффективного коэффициента разделения от высоты слоя диоксида циркония

№ опыта	Высота слоя, мм	Концентрация гафния в исходном ТФЦ, %масс.	Концентрация гафния в десублимате, %масс.	Степень десублимации %	Коэффициент разделения
1	0	1,58	1,20	93,52	1,32±0,18
2	18	1,58	0,08	96,13	1,98±0,20
3	21	2,17	1,15	97,20	2,09±0,18
4	35	1,01	0,68	97,43	2,96±0,26
5	53	2,01	0,53	98,13	3,79±0,30

Из таблицы следует, что эффективный коэффициент разделения выше при прохождении смеси паров через слой диоксида циркония по сравнению с этой величиной для простой сублимации. Кроме того, с увеличением высоты слоя диоксида циркония эффективность разделения тетрафторидов циркония и га фния возрастает.

С целью получения данным способом тетрафторида циркония, соответствующего техническим условиям (содержание гафния не более 0,02 %), был выполнен ряд опытов, заключающихся в многократном пропускании пара одного и того же образца ТФЦ массой 40,0 г через слой диоксида циркония высотой (18-24) мм или над его слоем длиной 20 мм при температуре (1073±5) К. В каждом опыте использовалась новая навеска диоксида циркония. Результаты эксперимента графически изображены на рисунке 1.

Из графика следует, что достаточно высокую степень очистки ТФЦ от гафния можно обеспечить, используя в качестве насадки диоксид циркония с низкой концентрацией гафния. При содержании гафния в диоксиде (2,30-2,50) мас. % и (0,8-1,0) мас. % график зависимости концентрации гафния в десублимате от высоты (длины) слоя имеет горизонтальный участок и дальнейшего снижения концентрации гафния в десублимате не происходит. Это указывает на то, что в системе, согласно уравнению (1), устанавливается равновесие при взаимодействии паровой и твёрдой фаз. При использовании в качестве насадки диоксида циркония с меньшим содержанием гафния, содержание гафния в десублимате также снижается. Тетрафторид циркония с концентрацией гафния, соответствующий техническим условиям, получен при использовании

диоксида циркония, содержащего (0,02-0,03) мас. % гафния. Причём, в зависимости от организации процесса для получения такого тетрафторида циркония его пары, изначально содержащие до 2% гафния, необходимо пропустить или через слой диоксида циркония высотой (140-150) мм или над слоем длиной (1000-1100) мм, а при содержании гафния 20,5 мас. % эта длина увеличивается до 2100 мм.

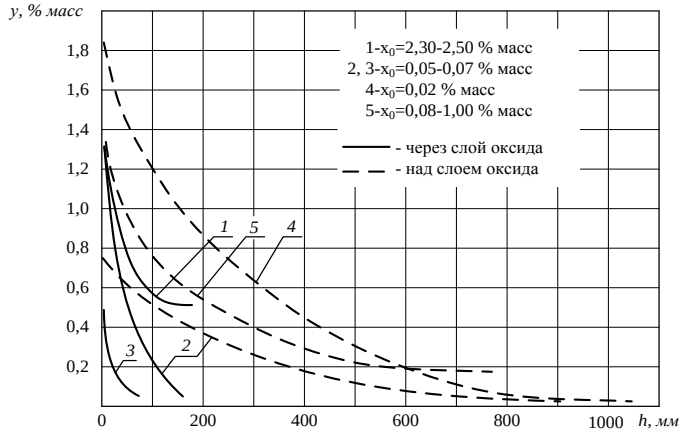


Рис.1. Изменение содержания гафния в десублимате от суммарной высоты или длины слоя диоксида циркония при различной в нём исходной концентрации гафния

С целью определения равновесия в системе смеси паров тетрафторидов циркония и гафния – твёрдая оксидная фаза были проведены эксперименты по взаимодействию этих фаз с достижением значений их равновесных концентраций при различных температурах. Коэффициенты разделения определялись по формуле

$$K = \frac{x \cdot (100 - y)}{y \cdot (100 - x)}, \qquad (5)$$

где x – концентрация гафния в оксидной фазе после опыта, мас. %;

y – концентрация гафния в десублимате, мас. %.

На рисунке 2 графически представлены результаты опытов.

На графиках можно наблюдать три вида зависимости концентрации гафния в оксидной фазе от продолжительности пропускания через её слой паров тетрафторидов циркония и гафния. Для первого вида характерно наличие участка возрастания концентрации, что соответствует случаю, когда начальное содержание гафния в диоксиде меньше равновесного. Во втором случае концентрация не зависит от продолжительности взаимодействия фаз. Причиной этого является равенство начальной и равновесной концентраций гафния в диоксиде при данном содержании этого элемента в паре. Трети вид графиков имеет участок снижения концентраций. Это снижение происходит вследствие превышения значения начальной концентрации гафния в диоксиде над величиной равновесной концентрации этого металла в твёрдой фазе.

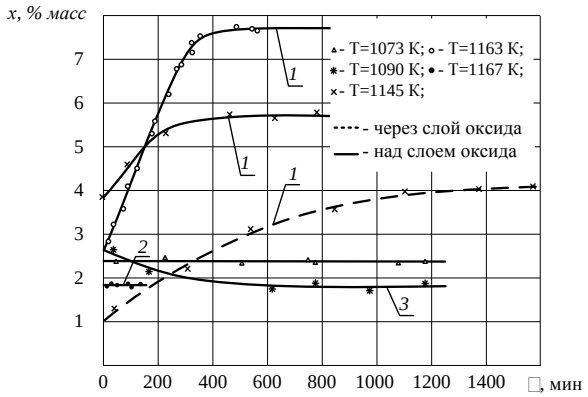


Рис.2. Зависимость содержания гафния в диоксиде циркония от продолжительности взаимодействия при различных температурах и организации процесса, когда начальная концентрация гафния в диоксиде: 1 – меньше равновесной, 2 – равна равновесной, 3 – больше равновесной

Все кривые на графике (рисунок 2) имеют горизонтальный участок, который соответствует состоянию равновесия в системе. Максимальное содержание гафния в оксидной фазе – (7,60-7,74) мас.%. и 4,06 мас. % получено при прохождении пара ТФЦ, содержащего (1,77-1,81) мас. % и (0,83-1,11) мас. % гафния, через и над слоем диоксида циркония, соответственно.

Из графиков на рисунке 3, построенных по результатам проведённого эксперимента, видно, что на характер зависимости коэффициента разделения от времени также оказывает влияние соотношение начальной и равновесных концентраций.

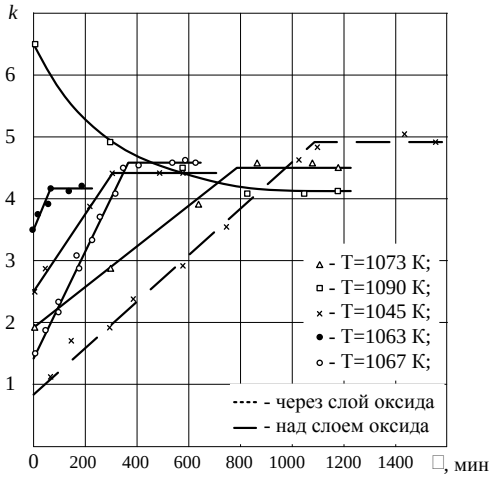


Рис.3. Зависимость коэффициента разделения от времени взаимодействия фаз при различных температурах и организации процесса

Графики этой зависимости характеризуются наличием горизонтальных участков, соответствующих равновесным значениям коэффициентов разделения. Значения этих равновесных коэффициентов определены из экспериментальных данных и графически изображены на рисунке 4.

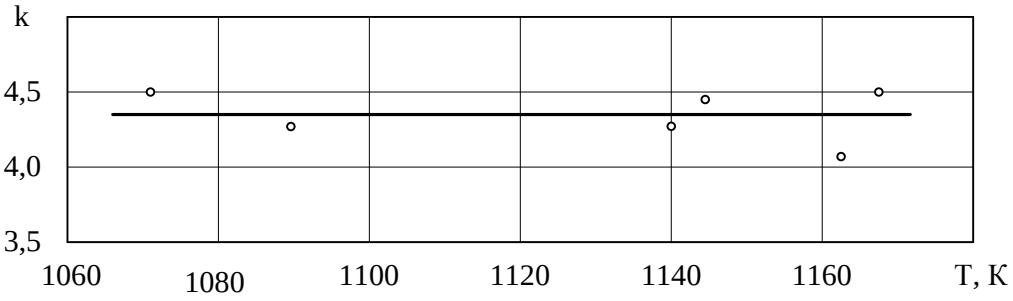


Рис.4. Зависимость равновесного коэффициента разделения от температуры

Из графика следует, что равновесный коэффициент разделения не зависит от температуры в исследуемом интервале температур (1073-1167) К и составляет 4,392±0,073.

Таким образом, предложен и подтверждён экспериментально безводный способ очистки тетрафторида циркония от гафния, заключающийся во взаимодействии пара тетрафторида с диоксидом циркония. В данном процессе равновесный коэффициент разделения в интервале температур 1073-1167 К не зависит от температуры и равен 4,4±0,1. Тетрафторид циркония реакторной степени чистоты может быть получен за одну ступень разделения, для чего пары исходного ТФЦ необходимо пропустить или через слой диоксида циркония высотой (140-150) мм или над слоем длиной (1000-1100) мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kolditz L., Teltz A. Über Zirkontetrafluoridhydrate, Zirkonhydroxofluoride und ihre Kondensationsprodukte // Zeitschrift anorg. allg. Chem. – 1961. B.310, №4-6.- S.217-224.

2 Kolditz L., Teltz A. Über die Hydrolyse von Fluorozirkonaten und die Kondensation der Hydrolysenprodukte // Zeitschrift anorg. allg. Chem. – 1961. B310, №4-6. S.204-216.

3 Grunberg H. Thermodynamische Betrachtungen zur chemischen Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen // Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorfbei Dresden. – Dresden, 1979. - №368. S.22.

4 Gsaudreau B. Recherches sur le fluoride de zirconium et quelques-uns de ses derives // Revue de Chimie minerale. – 1965. – Vol. 2, №1. – P. 1 – 52.

5 Глухов Г.Г., Ларионова Л.А., Буйновский А.С. Экстракционно-нейтронно-активационное определение красящих примесей во фторидах металлов // Тез. докл. V Всесоюзного совещания по активационному анализу и другим радиоаналитическим методам. – Ташкент, 1987. – С.251.

6 Бенедикт М., Пифгорд Т. Химическая технология ядерных материалов. – М.: Атомиздат, 1960. – 528с

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ УСТАНОВКИ ОЧИТКИ ТРАПНЫХ ВОД НА АЭС

Соловьёва А.С. Пищулин В.П.
СТИ НИЯУ МИФИ
г. Северск Томской области, пр. Коммунистический 65, e-mail: pischulin@ssti.ru

В данной работе рассматривается расчет и конструирование установки очистки трапных вод АЭС узла выпарных аппаратов, а также приведены результаты расчета выпарного аппарата. Осуществлен подбор оборудования.

В процессе эксплуатации АЭС образуются твердые, жидкие и газообразные радиоактивные отходы и среды, являющиеся источниками ионизирующих излучений. Для АЭС характерны низкоактивные ($3{,}7\times10^{-9}\div3{,}7\times10^{-11}$ Бк/л) и среднеактивные ($10^{-10}\times10^{-12}$Бк/л) отходы. Для исключения их пагубного влияния на окружающую среду при сооружении АЭС большое внимание уделяется безопасности работы энергоблоков. Для этого в здании спецкорпуса сооружают установку спецводоочистки (СВО), работа которой основана на методе дистилляции.

Дистилляция - один из наиболее эффективных методов обработки радиоактивных вод, дающий наибольший коэффициент очистки и не требующий затрат реагентов. Жидкие радиоактивные отходы при обработке воды с использованием дистилляции имеют минимальный объем по сравнению с другими методами, что делает ее выгодной для окончательной обработки жидких отходов перед захоронением.

Радиоактивные среды проходят очистку и переработку на установках СВО с целью возврата дистиллята в технологический цикл. Кубовый остаток направляется в хранилище.

Система переработки трапных вод предназначена для очистки трапных вод от механических примесей, радионуклидов, солей с целью возврата дистиллята в технологический процесс.

Трапные воды включают в себя:

- неорганизованные протечки 1-го контура (протечки технологического оборудования на пол производственных помещений);
- воды дезактивации оборудования и стен помещений;
- сбросы лабораторий;
- регенерационные воды после регенерации и взрыхления ионообменных фильтров всех установок спецводоочистки;

Система СВО состоит из трех групп оборудования:

а) узел сбора и подачи трапных вод на переработку;

б) узел с выпарной установкой;

в) узел доочистки дистиллята.

Из узла приемных емкостей после корректировки pH до 10-12 насосами трапная вода, после теплообменника 4, где нагревается до 90 °С и подогревателя 2, подогревается до 115 °С, подается в выпарные аппараты 3.

Аппаратурно-технологическая схема выпарной установки, представленная на рисунке 1, состоит из трех выпарных аппаратов с естественной циркуляцией и выносной греющей камерой. Производительность каждого аппарата по выпариваемой воде составляет до 15 $м^3$/ч. Упаривание производится до общего солесодержания 100-150 г/л.

В качестве греющей среды первого выпарного аппарата используется отборный пар турбин, греющая среда второго выпарного аппарата - соковый пар 1-го выпарного аппарата.

Соковый пар выпарных аппаратов, проходя через конденсатор 5 конденсируется и поступает в деаэратор 7, где удаляются РБГ и O_2. Дегазированный конденсат из деаэратора подается на УДК для дальнейшей его очистки.

Степень очистки на выпарной установке - до 10^5.

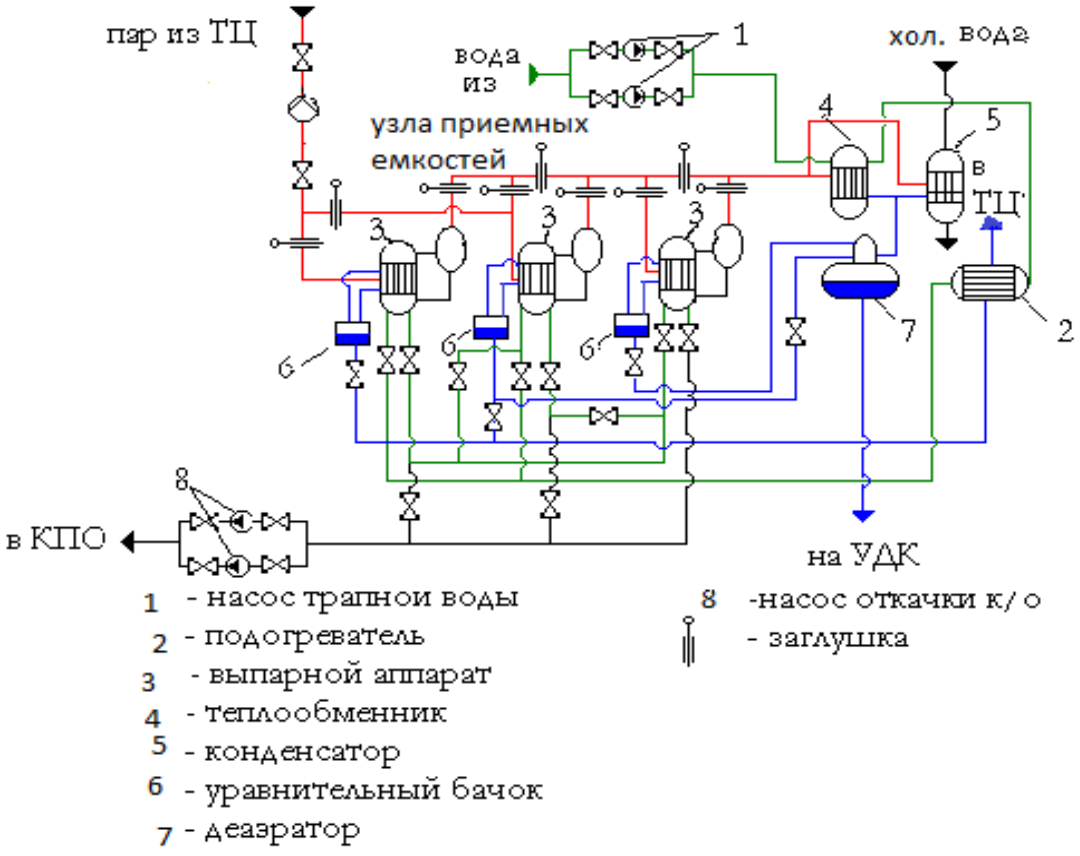
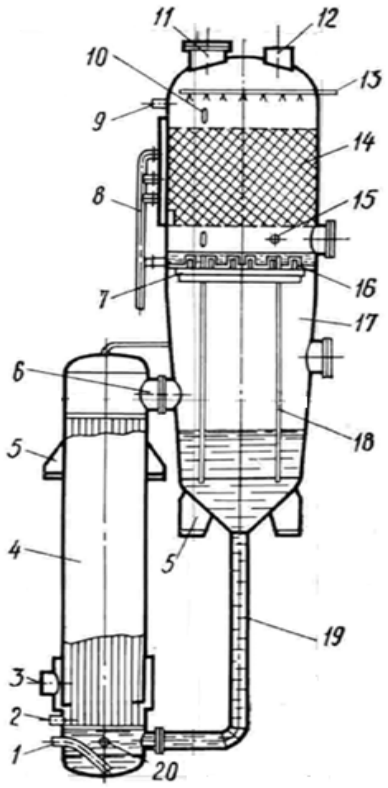


Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема выпарной установки

Конструкция выпарного аппарата приведена на рисунке 2.



1 – патрубок выхода кубового остатка; 2 – патрубок выхода конденсата греющего пара;3 – патрубок входа греющего пара; 4 – греющая камера; 5 – опора; 6 – пароперепускной патрубок; 7– жалюзийная ловушка; 8– гидрозатвор; 9 – вход моющих реагентов и промывочной воды; 10 – смотровое окно; 11 – лаз; 12- выход вторичного пара; 13 – вход флегмы; 14 – насадка; 15 – вход пеногасителя; 16 – барботажная тарелка; 17 – сепаратор; 18 – трубка; 19 – перепускная труба; 20 – вход обрабатываемого воды.

Рис.2. Эскиз выпарного аппарата

Исходная вода подается в нижнюю часть греющей камеры, поднимается по трубкам, нагревается и испаряется. Пароводяная смесь через патрубок 6 переходит в сепаратор. Сепаратор представляет собой цилиндрический вертикальный сосуд. В сепараторе происходит разделение воды и пара. Вода по перепускной трубе 19 возвращается в греющую камеру, а вторичный пар очищается и через патрубок 12 выходит из выпарного аппарата.

Очистка вторичного пара от капелек концентрата заключается в объемной сепарации и последовательном прохождении им жалюзийной ловушки 7, барботажной тарелки 16 и насадки из колец Рашига 14, работающей в эмульгационном режиме. Высота слоя колец Рашига –1400 мм.

Принцип объемной сепарации заключается в слиянии мелких капелек раствора при подъеме пара вверх в более крупные и стекании их вниз. То же самое происходит в жалюзийной ловушке вследствие многократного изменения направления потока пара.

На барботажной тарелке происходит промывка пара посредством барботажа его через непрерывно обновляющийся слой воды. Окончательно пар очищается на насадке из колец Рашига, причем нижняя часть насадки заполнена водой, проходя через которую пар перемешивается с ней (эмульгирует) и хорошо отмывается от мельчайших капелек раствора.

Чистая вода для промывки пара (флегма) подается через дырчатую трубу 13. Вода из насадки протекает через гидрозатвор 8 на барботажную тарелку.

Кроме выпарки известен ещё ряд других методов очистки и дезактивации вод, однако эти методы или дороги и громоздки, или характерны избирательностью по отношению к отдельным примесям, в то время как выпарные аппараты универсальны и экономичны. На первых АЭС были более распространены выпарные установки, питающиеся паром из основного цикла станции. При этом расход пара был прямой энергетической потерей.

Разработана аппаратурно-технологическая схема процесса очистки трапных вод узла выпарных аппаратов включающего: выпарной аппарат, теплообменник, подогреватель, конденсатор, конденсатор сдувок, деаэратор. Проведено конструирование и расчет основной аппаратуры данной установки.

Основные расчетные показатели выпарного аппарата:

– производительность по выпаренной воде, $м^3/ч$ – < 15;
– рабочая температура (максимальная), ^oC;
– в греющей камере – 154;
– рабочее давление, $кгс/см^2$;
– в сепараторе – 4;
– в межтрубном пространстве – 8;
– поверхность теплообмена $м^2$ – 250
– греющие трубки Ø38×2,5, L – 5000, n – 511.

Основные расчетные показатели конденсатора:

– расход жидкости, кг/с –15,87;
– рабочая температура (максимальная), ^oC – 116;
– поверхность теплообмена $м^2$ – 22,2;
– греющие трубки Ø54×3, L – 10000, n – 37.

УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИЭТИЛЕНА

Шутов В.А., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.
СТИ НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл.,
Пр. Коммунистический, 65, e-mail:pischulin@ssti.ru

Химическая формула полиэтилена - $(C_2H_4)_n$, где n=100-700 – средняя степень полимеризации. Полиэтиленовый гранулят - сырец выпускается по маркам в соответствии с техническими требованиями, представленными в таблице 1. Полиэтилен является пожароопасным продуктом, температура воспламенения – (380-450) ^oC. При комнатной температуре не растворяется ни в одном из растворителей, не ядовит. При транспортировке гранулята по трубопроводам образуется значительное количество полиэтиленовой пыли, которая может накапливаться в помещениях. При вдыхании ее с воздухом она остается в легких человека, поэтому при работах в запыленной среде необходимо применять противопылевой респиратор. В течение 12 часов после наработки из полиэтилена-сырца выделяется этилен в общем количестве до 1,25 л на 1 кг полиэтилена-сырца.

Допускаются гранулы размером свыше 5 до 8 мм, массовая доля которых не должна превышать 0,25 % , и гранулы размером свыше 1 до 2 мм, массовая доля которых не должна превышать 0,5 %. Для полиэтилена 2-го сорта допускаются серые и окисленные гранулы, массовая доля которых не должна превышать 0,1 %, и гранулы другого цвета, массовая доля которых не должна превышать 0,04 %.

Полиэтиленовый концентрат технического углерода для композиции должен удовлетворять следующим требованиям приведённым в таблице 2.

Для кабельной промышленности применяется композиция полиэтилена 153-01К ГОСТ 16336-77. Требования, предъявляемые к композиции, приведены в таблице 3.

Композиции выпускаются в виде гранул одинаковой геометрической формы, размер которых в любом направлении в пределах одной партии должен быть от 2 до 5 мм. Допускается наличие гранул размером менее 2 мм, массовая доля которых не должна превышать 0,5 %, и гранулы размером более 5 до 8 мм, массовая доля которых не должна превышать 0,25 %.

Полиэтилен 153-01К термопластичен, температура плавления (106÷110) ^oC, температура хрупкости минус 120 ^oC. Имеет низкую паро- и газопроницаемость. Водопоглощение за 30 суток 0,020 %. Обладает высокой химической стойкостью, устойчив к действию концентрированных кислот и щелочей, растворам солей, различных масел и растворителей. В растворах сильных окислителей набухает,

растворяется при температуре выше 60 °С в ароматических растворителях и их галогенопроизводных.

Таблица 1.

Технические требования, предъявляемые к полиэтилену

Наименование показателя	15303-003		
	Высший сорт	1-й сорт	2-й сорт
1	2	3	4
1 Плотность, г/см^3	0,9205 ± 0,0015	0,9205 ± 0,0015	0,9205 ± 0,0015
2 Показатель текучести расплава (номинальное значение) с допуском, %, г/10 мин	0,3 ± 30	0,3 ± 30	0,3 ± 30
3 Разброс показателей текучести расплава в пределах партии, %, не более	± 6	± 12	± 15
4 Количество включений, шт., не более	2	8	30
5Технологическая проба на внешний вид пленки	А или В	В	С
6 Стойкость к растрескиванию, ч., не менее	500	500	500
7 Предел текучести при растяжении, Па (кгс/см^2), не менее	$98\cdot10^5$ (100)	$98\cdot10^5$ (100)	$98\cdot10^5$ (100)
8 Прочность при разрыве, Па (кгс/см^2), не менее	$137\cdot10^5$ (140)	$137\cdot10^5$ (140)	$137\cdot10^5$ (140)
9 Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	600	600	600
10 Массовая доля экстрагируемых веществ, %, не более	0,4	0,6	0,6
11 Запах и привкус водных вытяжек, балл, не выше	1	1	Не нормируется

Таблица 2.

Технические требования, предъявляемые к концентрату

Наименование показателя	Норма для концентрата
1 Массовая доля диафена, %	1,5±0,2
2 Массовая доля летучих веществ, не более, %	0,2
3 Массовая доля гранул, %	
размером менее 1,4 мм	не более 5,0
размером более 5,0 до 8,0 мм	не более 5,0
4 Массовая доля полимерных лент, %	не более 1,0

Таблица 3.

Технические требования, предъявляемые к композициям

Наименование показателя	Норма для композиции
1 Массовая доля полиэтилена 15303-003, высший сорт, % ГОСТ 16337-77	99,90
2 Массовая доля диафена НН, %, ТУ 6-14-1054-74	0,10 ± 0,01

Разработана аппаратурно-технологическая схема установки получения композиций полиэтилена, представленная на рисунке 1.

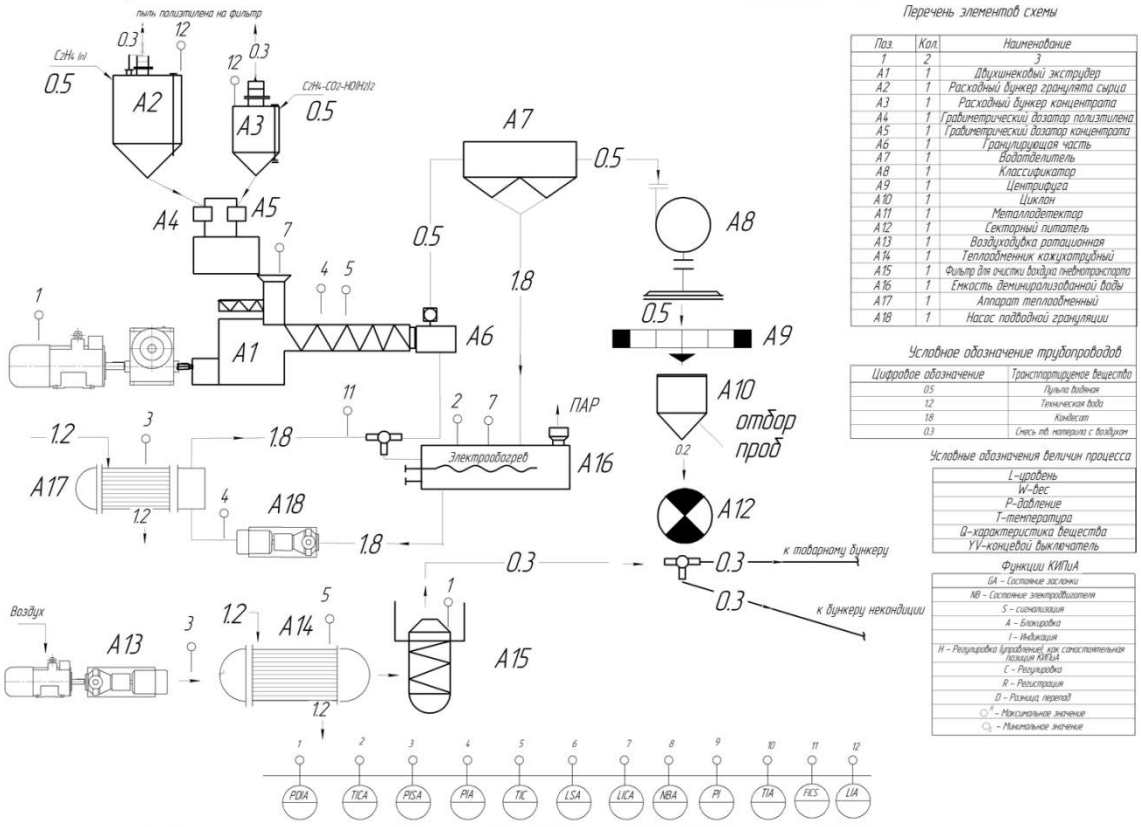


Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема установки получения композиций полиэтилена

Стабилизированные композиции получают на экструдере А1. Принцип действия всех экструзионных линий одинаковый. Гранулят полиэтилена базовой марки подается в расходный бункер А2 узла производства композиций системами пневмотранспорта из отделения подготовки полиэтилена. Концентрат полиэтилена соответствующей рецептуры подается из корпуса производства концентратов в расходный бункер А3 пневмотранспортом. Гранулят базовой марки и концентрата из бункеров А2, А3 подается в загрузочную воронку экструдера А1 ленточными дозаторами А4, А5. Ленточные дозаторы сблокированы и работают синхронно. Верхний уровень в воронках сигнализируется прибором LSA, при этом срабатывает блокировка по остановке дозаторов.

Из загрузочной воронки экструдера смесь гранулята и концентрата поступают в загрузочную воронку экструдера и шнеком подается в загрузочную секцию экструдера. Вращение шнеков производится от электродвигателя с изменением числа оборотов от 17 до 250 об/мин$^{-1}$.

В экструдере полиэтилен и концентраты под воздействием механической энергии сжатия вращающихся шнеков и электрообогрева стенок цилиндра перемешиваются и расплавляются. В цилиндре экструдера А1 гранулят последовательно сжимается, подается на месильные кулачки, где за счет интенсивного сдвигового усилия пластифицируется, частично расплавляется, гомогенизируется, при этом добавка равномерно распределяется в массе.

Выходящие из фильеры стренги попадают в камеру подводного гранулирования А6, где режутся вращающимися ножами на гранулы. Полученные гранулы уносятся грануляционной водой из камеры гранулирования. Вода в камеру гранулирования подается из емкости А16 насосом А18. Температура грануляционной воды поддерживается оборотной водой в теплообменник А17. Количество подаваемой в камеру гранулирования воды регулируется трехходовым регулирующим клапаном на линии циркуляции грануляционной воды.

Проходя через теплообменник А17 перед подачей в грануляционную камеру вода охлаждается до заданной температуры оборотной водой.

Полученные гранулы охлаждаются и транспортируются водой в водоотделитель А7, где отделяется основное количество воды, которая сливается в емкость А16, а оставшаяся вода с гранулятом проходит через классификатор А8, в котором крупные частицы полимера отделяются на сетчатом барабане. Далее гранулят с водой поступает в центрифугу А9 для отделения воды и осушки, затем в сепаратор А10. После циклона гранулы самотеком поступают в металлодетектор А11, который при наличии металлических включений, часть гранулята вместе с металлом автоматически переводом клапана отделяет от основного потока гранулята. В установку пневмотранспорта входят воздуходувка А13, кожухотрубный теплообменник А14 для охлаждения воздуха после воздуходувки, секторный питатель А12, фильтр А15 для очистки воздуха пневмотранспорта.

Проведен расчет и конструирование двухшнекового экструдера [1-3].

ЛИТЕРАТУРА

1 Расчёт и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: учеб. пособие для студентов втузов. Под общей ред. М. Ф. Михалёва. – Л.: Машиностроение, 1984.

2 Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. – Киев: Вища шк., 1985.

3 Дытнерский Ю.Н. Основные процессы и аппараты химической технологии. –М.: Химия, 1991.

УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕПТАНА

Шутов В.А., Зарипова Л.Ф., Пищулин В.П.
СТИ НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл.,
Пр. Коммунистический, 65, e-mail:pischulin@ssti.ru

Производство полипропилена занимает ведущее место в производстве пластмасс. Полиэтилен относится к числу важнейших видов сырья современной нефтехимической промышленности.

Для производства полипропилена необходим гептан, который является растворителем при получении полипропилена.

Гептан является углеводородом составом C_7H_{16}, который наиболее богат водородом, он насыщен им до предела. У гептана девять теоретически возможных изомеров.

Основным промышленным источником гептана служат нефть и природный газ. В недрах земли содержатся большие запасы нефти, в которой содержится около 5…20 % гептана.

Гептан играет важную роль в процессе ароматизации нефти. Его использование позволяет переводить алкановые и циклоалкановые углеводороды нефти в ароматические, что имеет большое практическое значение.

Гептан также используют за образец топлива, так как его октановое число, считается равным нулю.

Процесс получения фракции углеводородов C_7 состоит из выделения фракции углеводородов C_5-C_6 (легкой фракции) из прямогонного бензина. Второй этап включает в себя выделение гептана из фракции углеводородов C_7 и выше. Оба этапа проходят в ректификационных колоннах.

Для обеспечения завода “Полипропилен” при работе на полную мощность (100000 тонн в год) требуется гептановая фракция в количестве шести тысяч тонн в год, так как норма расхода гептановой фракции на одну тонну полипропилена выше по сравнению с гептаном (60 кг против 40 кг). Установка рассчитана на выпуск до 1,2 тонны фракции углеводородов C_7 в час, что составит за год 7,9 тысяч тонн. Превышение производительности по сравнению с потребностью составляет 30 %. Это превышение необходимо из-за неравномерности поступления сырья, а также на использование бензина с содержанием фракции C_7 менее 10 %.

Разработана аппаратурно технологическая схема получения гептана, которая представлена на рисунке 1.

Установка для получения гептана состоит из теплообменника, двух ректификационных колонн, выносных кипятильников, дефлегматоров, холодильника, емкости для сбора тяжелой и легкой фракции и насосов.

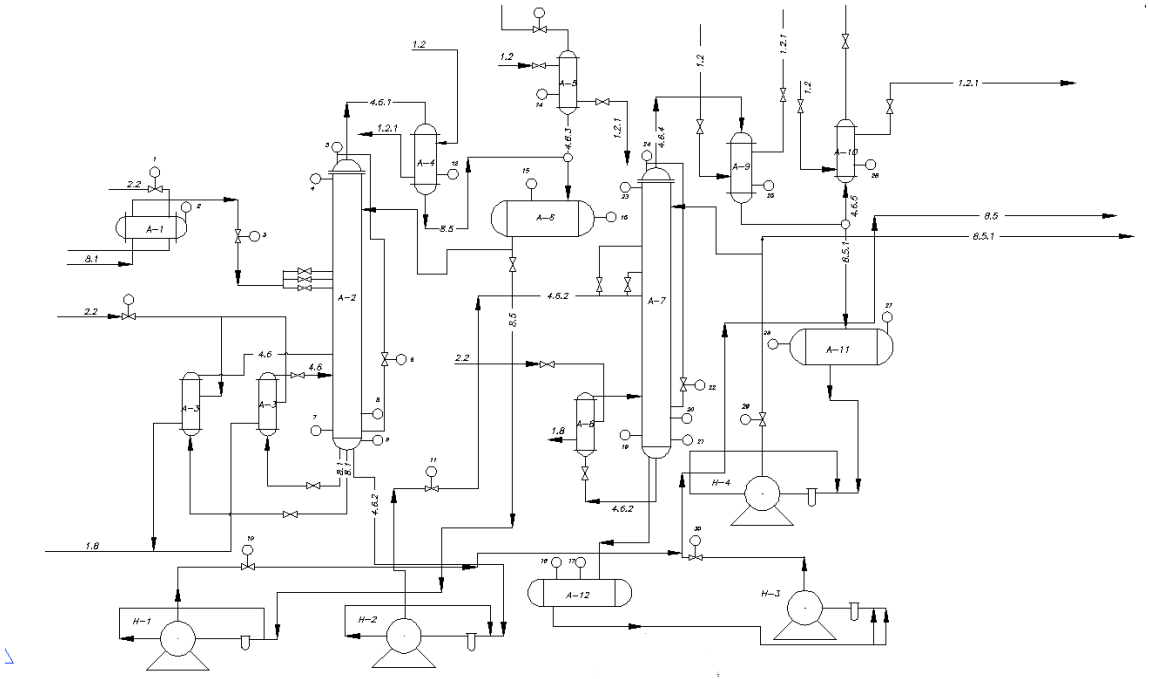


Рис. 1. Схема получения гептана

Первый этап процесса получения гептановой фракции включает в себя выделение этой фракции из бензина в виде кубового остатка. Бензин поступает в теплообменник А-1 для подогрева паром давлением р=0,6 МПа до температуры 90°С, затем попадает в первую ректификационную колонну А-2, где он нагревается до температуры 150°С и происходит процесс выделения легкой фракции углеводородов C_5-C_6 из прямогонного бензина. Работу колонны обеспечивает два кипятильника А-3, которые нагревают кубовый остаток паром давлением р=0,6 МПа двумя испарителями. Пары углеводородов C_5-C_6 (легкая фракция) с верхней части колонны с температурой до 100°С попадают в дефлегматор А-4. В дефлегматоре пары фракции углеводородов C_5-C_6 охлаждаются оборотной водой до температуры 40°С и конденсируются. Не сконденсировавшиеся пары поступают на линию факела через холодильник А-5, где дополнительно охлаждаются оборотной водой. Флегма, состоящая из фракции углеводородов C_5-C_6 попадает в ёмкость сборы флегмы А-6.

Второй этап процесса получения гептановой фракции включает в себя выделение гептана из фракции углеводородов C_8 и выше (тяжелая фракция). Выделение гептановой фракции происходит во второй ректификационной колонне А-7, куда поступает кубовый остаток из первой ректификационной колонны. Кубовый продукт (фракция углеводородов C_8 и выше) поступает в ёмкость сбора тяжёлой фракции А-12, а затем подается на ТСБ (товарно-сырьевая база). Пары гептановой фракции с верха колонны с температурой до 120°С поступают в дефлегматор А-9, охлаждаемые оборотной водой, в котором происходит конденсация паров, и охлаждение до температуры не более 70°С. Не

сконденсировавшиеся пары углеводородов гептановой фракции поступают на факел через холодильник А-10, где дополнительно охлаждаются оборотной водой. Флегма, состоящая из углеводородов гептановой фракции, перекачивается в емкость сбора флегмы А-11. Из емкости гептановая фракция подает на производство полипропилена.

Из данной схемы получения гептана проведено конструирование, расчет и эскизное проектирование теплообменника и тарельчатой ректификационной колонны [1-7].

Основные характеристики теплообменника, представленного на рисунке 2:

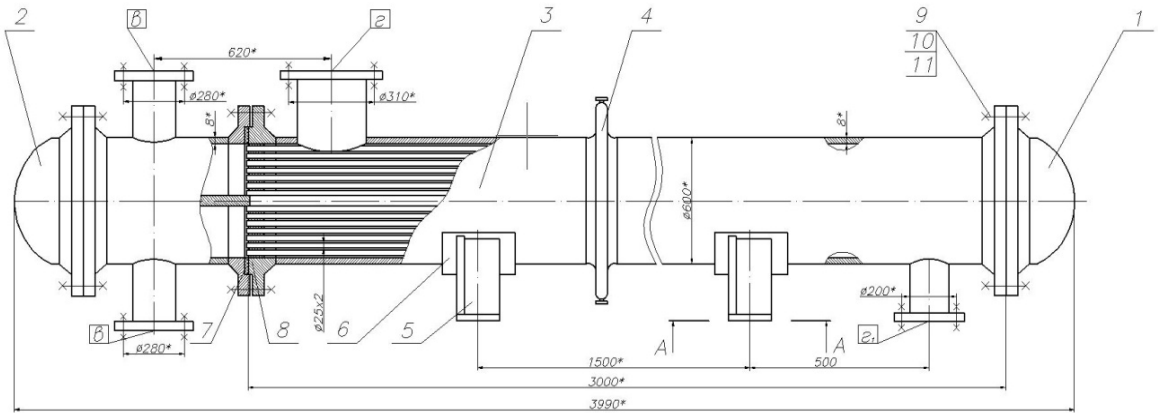
- тепловая нагрузка Q=1847,9 кВт;
- диаметр аппарата D =600 мм;
- диаметр трубок d=25х2 мм;
- количество трубок n=246;
- число ходов $Z_{тр}$=2;
- поверхность теплообмена F=46,1 м^2.

Подобраны стандартные изделия такие как:

- фланцы, опоры.

Произведен прочностной расчет теплообменника, а именно:

- толщины стенки кожуха, днища, крышки;
- неподвижной трубной решетки;
- компенсатора.



1 – крышка; 2 – днище; 3 – камера греющая; 4 – компенсатор;
5 – опора; 6 – лист накладной; 7 – прокладка

Рис. 2. Теплообменник

Основные характеристики колонны, представленной на рисунке 3:

- диаметр колонны D = 0,8 м;

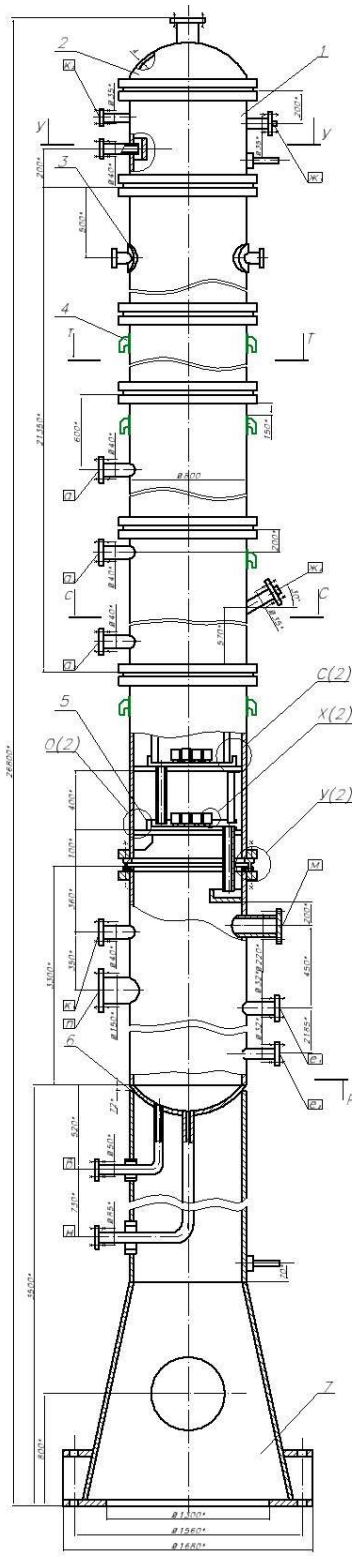


Рис. 3 Ректификационная колонна

- высота колонны H = 26,8 м;
- количество тарелок z = 39.

Прочностной расчет:

- расчет на ветровую нагрузку;
- расчет корпуса колонны на прочность и устойчивость;
- расчет опорной обечайки.

Материал колонны – сталь 08Х22Н6Т:

- 0,08 %-углерода;
- 22 %-хрома;
- 6 %-никеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Машиностроение, 1981. – 720 с.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1976. – 552с.
3. Н.Б. Варгафтик. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972.–720 с.
4. Пищулин В. П. Расчет кожухотрубчатого теплообменника. – Томск: Препринт ТПИ, 1983. – 48 с.
5. Софронов В. Л. Расчет конструктивных элементов кожухотрубчатых теплообменников на прочность: Практическое руководство для студентов. – Северск: СТИ ТПУ, 1998. – 35 с.
6. Зарипова Л.Ф. Процессы и аппараты химической технологии: Руководство для студентов. – Северск: СГТА, 2006. – 55с.
7. Лащинский А.А, Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник / Под ред. Н.Н. Логинов. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.

ОЧИСТКА РАСТВОРОВ ОТ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Юртаева А.Н.[1], Сваровский А.Я.[1], Колесников А.А.[2]
[1]Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
проспект Коммунистический, 65, Томская обл., Северск 636036
[2]Томский государственный университет, проспект Ленина, 36, Томск 634050
E-mail: d086san@mail.ru

В статье предложен и рассмотрен способ извлечения радиоактивных ионов металлов из водных растворов. Установлены параметры процесса по удалению ионов металлов из сбросных вод. Приведены степени очистки водных растворов.

Актуальной проблемой, для современной промышленности, является очистки технологических сбросных вод. В частности, в ряде случаев требуется удаление из сбросных водных растворов находящихся в них токсичных или радиоактивных ионов металлов.

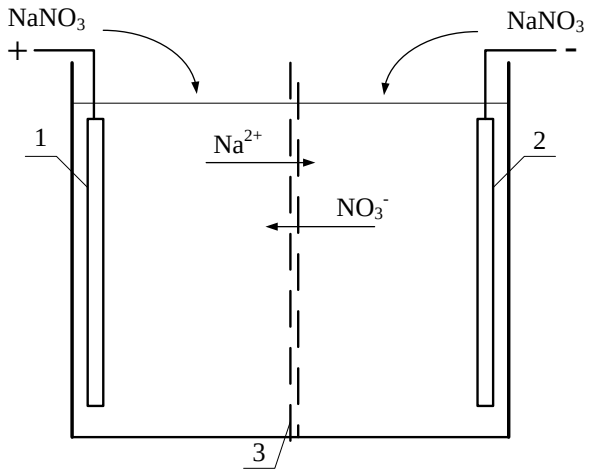
В процессе эксплуатации АЭС и ядерных производств образуются радиоактивные сбросные воды, в активность которых вносят вклад многие радионуклиды металлов [1]. Эффективное удаление токсичных металлических ионов также требуется при очистке сбросных вод после гальванических процессов.

Самыми распространенными методами очистки растворов от токсичных и радиоактивных металлов, в настоящее время, являются метод сорбции на различных сорбентах и методом ионного обмена [2,3]. Однако эти методы далеко не во всех конкретных случаях оказываются достаточно эффективными. Методы сорбции и ионного обмена требуют ряда условий, выполнение которых часто оказывается затруднительным[4].

Дополнительным или альтернативным методом очистки растворов от ионов металлов, рассмотренным в этой статье, может явиться электрохимический способ очистки. Предлагаемый метод основан на электрохимическом процессе вывода катионов металла из очищаемого раствора и заменой этих ионов на ионы водорода.

Экспериментальная конструкция ячейки для определения коэффициентов очистки раствора от диссоциирующих катионов металлов в непроточном режиме представляет собой электрохимическую ячейку, разделенную ионно-проницаемой перегородкой из брезентовой ткани на заполненные раствором анодную и катодную камеры. Катионы металлов, за счет пропускания постоянного электрического тока через раствор, из анодной камеры переходят в катодную камеру, замещаясь ионами водорода, как образующимися у анода, так и поступающими через мембрану из катодной камеры. Таким образом, анолит, находящийся в анодной камере, очищается от находящихся в нем ионов металлов, тогда как в католите катодной камеры происходит концентрирование этих ионов.

Схема экспериментальной электролитической ячейки для случая заполнения анодной и катодной камер раствором соли азотнокислого натрия представлена на рисунке 1. Разделяющей мембраной анодной и катодной камер служила брезентовая ткань типа 11211 ПВ. Заполняемый раствором объем каждой камеры составлял 80 мл, а каждый из графитовых электродов имел площадь 50 $см^2$.



1 – анод; 2 – катод; 3 – брезентовая мембрана

Рис. 1. Схема экспериментальной электролитической ячейки

На электроды подается постоянное напряжение, находившееся в диапазоне от 10 до 30 В. Величина напряжения выбирается такой, чтобы плотность тока на электродах не превышала 0,5 $А/м^2$. При плотности тока, превышающей величину 0,5 $А/м^2$, происходит заметное разрушение рабочей поверхности графитового анода.

Для определения наиболее эффективных режимов работы электролитической ячейки и удобства измерения характеристик процесса очистки от ионов металла раствора анодной камеры и концентрирования этих ионов в катодной камере использован непроточный режим. При этом влияние на процесс скорости протекания растворов, так и зависимость процесса от соотношения расходов жидкостей, протекающих через каждую из камер ячейки, были исключены.

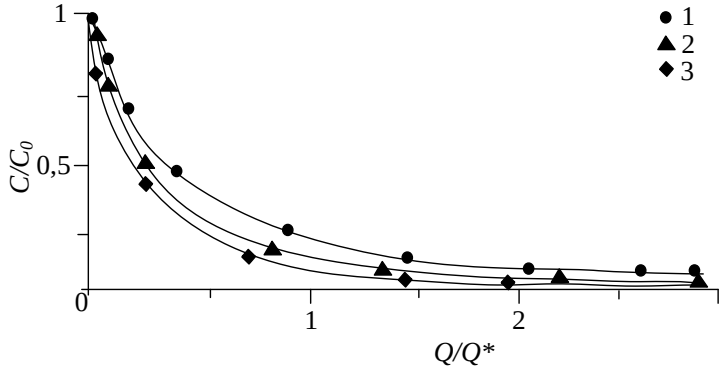
Для практических условий электрохимическая ячейка аппарата очистки, используемая не в экспериментальном, а в технологическом процессе, должна иметь проточные камеры.

Анодная и катодная камеры заполнялись раствором по 80 мл какой-либо соли одного металла. Исходная концентрация соли растворе в каждом эксперименте составляла 3 г/л. Через заданное время напряжение отключаем и из анодной камеры отбираем пробу объемом 10 мл для анализа. Протекший через раствор электрический заряд определяем по величине тока и времени его протекания.

Так как раствор пробы из анодной камеры содержит остаток соли и кислоту этой соли, то раствор выпариваем до сухого остатка с целью удаления кислоты. Затем сухой остаток соли растворяем в 10 мл дистиллята, переливаем раствор в измерительную ячейку и измеряем протекающий через нее переменный ток.

С целью определения влияния кислотности в катодной камере на очистку от катионов металла раствора в анодной камере (анолита) в ряде экспериментов проводили подкисление исходного раствора в катодной камере (католита) уксусной кислотой.

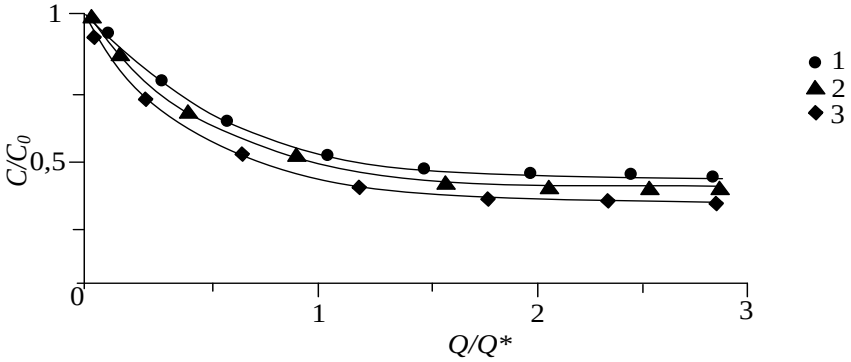
Процесс очистки раствора анодной камеры от катионов металла проведен при условии равенства объемов раствора анодной и катодной камер. Исходная концентрация раствора соли в обеих камерах одинакова.



1 – $NaHCO_3$; *2* – CH_3COONa; *3* – Cs_2CO_3

Рис. 2. Зависимость концентраций ионов металла в анодной камере от пропущенного через раствор заряда, для растворов солей слабых кислот:

Из графика, представленный на рисунке 2, видно, что при очистке от катионов растворов слабых кислот исходная концентрация соли в анолите может превышать конечную концентрацию соли в 30 раз.

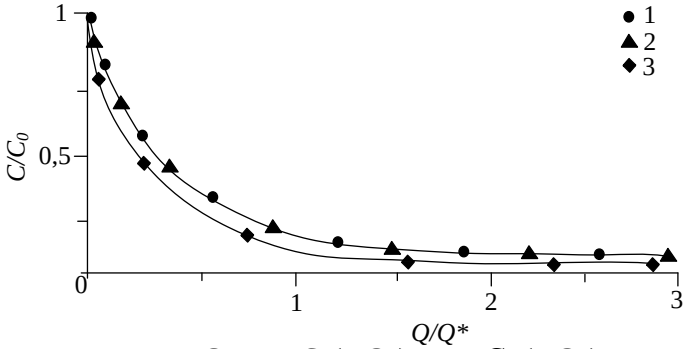


1 – Co(NO3)2; 2 –NaNO3; 3 – Sr(NO3)2

Рис. 3. Зависимость концентраций ионов металла в анодной камере от пропущенного через раствор заряда, для растворов солей растворов солей

Анализ зависимости, представленной на рисунке 3, показывает что, эффективность

очистки от солей сильных кислот значительно хуже, чем для солей слабых кислот. Для этих случаев получено лишь двух или трех кратное уменьшение исходной концентрации соли в анолите.



1 – $NaNO_3$; *2* – $Sr(NO_3)_2$; *3* – $Co(NO_3)_2$

Рис. 4. Зависимость концентраций ионов металла в анодной камее ре от пропущенного через раствор заряда для растворов солей азотной кислоты при 2 % содержании уксусной кислоты в католите

При подкислении раствора катодной камеры уксусной кислотой эффективность очистки возрастает, график представлен на рисунке 4. Максимальный коэффициент очистки может достигать в этом случае 20 ед.

В экспериментальной электролитической ячейке, при равных объемах катодной и анодной камер, для солей слабых кислот в анолите достигнуто 30 кратное уменьшение концентрации соли, при двукратном увеличении концентрации соли в католите. Увеличение эффективности процесса очистки анолита может быть достигнуто за счет подкислением католита раствором уксусной или другой слабо диссоциирующей кислотой до 1-2 %.. Эффективность очистки солей сильных кислот значительно ниже, чем для солей слабых кислот. При отсутствии подкисления католита уменьшение исходной концентрации соли в анолите может быть уменьшено лишь в 2-3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калухин С.А., Коновалова Н.А., Горбачева М.П. *и др*. Извлечение ^{60}Co и ^{137}Cs из модульного раствора трапных вод АЭС. // Журнал Радиохимия. 2013. Т.55, N 3. С. 242-248.
2. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. Л.: Химия, 1991.- 432с.
3. Воронина А.В., Семенцев В.С., Влияние концентраций калия, натрия и аммония на сорбцию цезия смешанным ферроцианидом никеля – калияна основе гидратированного диоксида титана. // Журнал Радиохимия. 2013. Т.55, N 4. С. 329-333.
4. Сваровский А.Я, Стриханов М.Н., Жиганов А.Н. Технология и оборудование обезвреживания жидких радиоактивных отходов: учеб. пособие. - М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 500 с.

Раздел ПОДГОТОВКА КАДРОВ, СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ УЧРЕЖДЕНИЯ НПО

Журавель М.А.
СТИ НИЯУ МИФИ, г. Северск, Коммунистический 65

В современных условиях высокой технической оснащённости и психофизической интенсивности труда одним из главных лимитирующих факторов становится фактор здоровья. Здоровье человека отражает одну из наиболее чувствительных сторон жизни общества и тесно переплетается с фундаментальным правом на физическое, духовное, социальное благополучие при максимальной продолжительности его активной жизни.

Здоровьесбережение, с одной стороны, является частью образовательного процесса, а с другой - условием, обеспечивающим реализацию образовательных программ на основе сохранения здоровья участников образовательного процесса [2].

Проблема здоровья и отношение к здоровью в системе начального профессионального образования в настоящее время имеет большое значение. Связано это с возрастающими требованиями не только к уровню профессиональной компетентности выпускников НПО, но и к состоянию их физического и психического здоровья.

При применении здоровьесберегающих технологий необходимо учитывать условия образовательной среды. Условиями, в системе начального профессионального образования выступают: условия внешней среды (экологические, экономические, социальные); условия в сфере охраны труда и техники безопасности при обучении рабочим профессиям;условия, обеспечивающие образовательный процесс с позиций здоровьесбережения (санитарно-техническое, медицинское, спортивное оборудование и оснащение училища); организация системы питания обучающихся; рациональная организация учебного процесса и режима учебной нагрузки; разработка и использование педагогических технологий, ориентированных на укрепление здоровья обучающихся; организация физического воспитания и физкультурно-оздоровительной работы; условия, обеспечивающие систему работы по формированию ценности здоровья и здорового образа жизни; условия, способствующие воспитанию духовности и развитию личности [4].

Контингент обучающихся ОГБОУ НПО ПУ № 33 состоит из подростов из малообеспеченных и неполных семей, семей находящихся в трудной жизненной ситуации, а также выпускников коррекционных школ,

детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей. Физически и соматически данная категория подростков ослаблена и имеет целый ряд проблем связанных со здоровьем.

Таблица 1

Мероприятия производственно-физической культуры для обучающихся разных групп обучения

Вид производственной физической культуры	**Уроки теор-ого обучения**	**Уроки производственного обучения**	**Мероприятия**	**Кружки, спортивные секции**	**Инд-ая, групповая работа**	**Перемена**
	Сдвоенные уроки по 90 минут	6 часов: через каждые 50 минут -10 минут перерыва	Сдвоенные уроки по 90 минут	45 минут	От 5 мин до 30 мин. на одного человека, на группу – 60 мин.	Общая прод-ть перемен (не менее 20% времени
Базовое физическое воспитание по расписанию по группам здоровья (уроки, факультативы)	Max					
Восстановление во время занятий:	10 мин	60 мин	10 мин	10 мин	10 мин	
Производственная гимнастика: 1.Вводная гимнастика; 2.Физкультпауза; 3.Физкультминутка; 4.Микропауза	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	
Массаж или самомассаж	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max
Психопрофилактика Аутогенная тренировка, методы релаксации, медитации			Max	Max	Max	Max
Реабилитация после занятий:						
Психологический тренинг	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	Max- 10 мин. Min -3-5 мин	
Занятия в тренажерном зале				Max	Max	
Работа кабинета психологической разгрузки			Max		Max	Max
Работа медицинского кабинета. Программа					Max	Max

Среди обучающихся наблюдается недостаточная осведомленность в вопросах здоровья и здоровьесбережения. Среди значительной части обучающихся распространены вредные привычки, отсутствуют установки на их преодоление. Отношение к занятиям физической культурой и спортом либо нейтральное, либо слабо мотивированное. Поэтому, в работе с обучающимися используются здоровьесберегающие технологии, разработана система производственно-физической культуры, которая позволяет укрепить здоровье и восстановить силы обучающихся. В данную систему включены здоровьесберегающие комплексы, применяемые на занятиях производственного и теоретического обучения.

Эти комплексы включают в себя физкультминутки, дыхательную гимнастику, гимнастику для глаз, упражнения для эмоциональной разрядки. На практических занятиях мастера производственного обучения проводят производственную гимнастику. Разработаны и внедрены специальные комплексы упражнений для будущих электросварщиков, слесарей по ремонту автомобилей, водителей, столяров, штукатуров, обойщиков мебели. Здоровьесберегающие технологии реализуются на основе личностно-ориентированного подхода. Предполагают активное участие самого обучающегося в освоении культуры человеческих отношений, в формировании опыта здоровьесбережения, который приобретается через постепенное расширение сферы общения и деятельности обучающегося. Способствует развитию саморегуляции, становлению самосознания и активной жизненной позиции на основе воспитания и самовоспитания, формированию ответственности за свое здоровье, жизнь и здоровье других людей [1]. Важно отметить, что комплекс здоровьесберегающих мероприятий приводит в порядок не только физическое, но и психическое состояние. Внедрение здоровьесберегающих технологий в воспитательный и производственный процесс учреждения НПО позволяет сохранять и укреплять здоровье обучающихся, создать условия для успешной подготовки рабочих кадров, востребованных областью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахутина Т.В. Здоровьесберегающие технологии обучения: индивидуально-ориентированный подход // Школа здоровья. 2000. Т. 7. № 2. С.21 - 28.
2. Здоровьесберегающие технологии в общеобразовательной школе: методология анализа, формы, методы, опыт применения / Под ред. М.М. Безруких, В.Д. Сонькина. М.: ИВФ РАО, 2002. – 181с Львова ИМ.
3. Митина Е.П. Здоровьесберегающие технологии сегодня и завтра // «Начальная школа», 2006, № 6. С. 56.
4. Смирнов Н.К. Здоровьесберегающие технологии и психология здоровья в школе. – М.: АРКТИ, 2005. - 320 с.

ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ШКОЛЫ-УЧАСТНИЦЫ ПРОЕКТА «ШКОЛА РОСАТОМА»

Копалина А.О., Михеенко С.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: kopalina@inbox.ru, smihenko@yandex.ru

В современных условиях бюджетные учреждения образования находятся в кризисной ситуации из-за продолжительного недофинансирования. Бюджетная политика государства в этой сфере направлена на учёт и контроль бюджетных средств, а не на эффективное обеспечение деятельности образовательной среды, в связи с чем, возрастает роль дополнительных источников финансирования, включая возможности привлечения средств для образовательного учреждения с помощью взаимодействия с отраслевой государственной корпорацией и участия во всевозможных образовательных проектах.

Ключевым принципом финансового обеспечения образовательных учреждений должно стать «финансирование, ориентированное на результат». Ориентация системы образования на возрастающий образовательный спрос может создать основу для привлечения дополнительных финансовых потоков, способствующих инновационному развитию образовательных учреждений.

В современных условиях расходы консолидированного бюджета Российской Федерации на образование составляют лишь 11,4-11,5% от общей суммы, что в реальном выражении в 2016 году должно составить 3648,6 млрд. рублей (выше уровня 2013 года в 1,27 раз) [1]. На сегодняшний день за счет всех источников финансирования в сферу образования поступает около 5% ВВП, из них 30% составляют внебюджетные средства. Часть расходов на образование перенесена на региональные бюджеты, возрастает доля частного финансирования.

Основным источником финансового обеспечения образовательных учреждений являются бюджетные средства, рассчитанные на основе норматива – стоимости обучения одного обучающегося в год. Распределение ассигнований между бюджетами разных уровней происходит следующим образом: федеральный бюджет 17,8%, бюджет субъектов РФ 19%, бюджет муниципальных образований 63,2%. Дополнительными источниками финансирования муниципальных образовательных учреждений могут являться: платные образовательные услуги; предпринимательская деятельность; предоставляемые налоговые льготы; средства спонсоров; добровольные пожертвования родителей.

Виды платных услуг, оказываемых общеобразовательными учреждениями в рамках действующего законодательства: образовательные (подготовительные курсы к школе и к поступлению в вузы) и развивающие

услуги (созданий различных студий, групп, школ по обучению музыке, танцам, живописи), спортивно-оздоровительные мероприятия.

Муниципальные бюджетные общеобразовательные учреждения, имеют право сдавать в аренду закрепленное за ними имущество при условии проведения экспертной оценки договора аренды для обеспечения образования и воспитания детей. Также данная организация вправе свободно распоряжаться результатами интеллектуальной деятельности, доходы от использования которой поступают в самостоятельное распоряжение учреждения общего образования.

Под инвестициями в образовательной сфере понимают бюджетные и частные инвестиции, то есть вложение денежных средств, ценных бумаг, имущественных прав в объекты образовательной деятельности в целях достижения полезного эффекта и (или) получения дохода.

Таким образом, основными источниками финансового обеспечения учреждений образования являются федеральный бюджет, региональный бюджет субъектов РФ (Томской области) и бюджет муниципальных образований (ЗАТО Северск). Дополнительными источниками средств могут служить доходы: от оказания платных образовательных услуг, от сданного в аренду имущества, от продажи результатов интеллектуальной деятельности, а также бюджетные и частные инвестиции.

В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании» государство гарантирует ежегодное выделение финансовых средств на нужды образования в размере не менее 10% национального дохода. Данный закон предусматривает единые принципы формирования бюджетных средств на основе экономических нормативов на единицу контингента обучаемых [2].

Порядок финансирования обеспечения образовательных учреждений установлен Бюджетным Кодексом РФ, в котором чётко обозначены нормативы финансовых затрат и минимальной бюджетной обеспеченности. Такой нормативный метод используется на стадии формирования бюджета по принципу постатейного выделения средств на основе сметы доходов и расходов. Расходы на содержание общеобразовательных учреждений формируются на основе «производственных» показателей, включающих число учащихся и классов.

Важным механизмом бюджетного финансирования общеобразовательных учреждений выступает величина федерального норматива бюджетного финансирования, которая складывается из заработной платы и начислений на нее, расходов на повышение разрядов и аттестации педагогических работников, учебных расходов, канцелярских и хозяйственных расходов и расходов на приобретение мягкого инвентаря. При расчете показателя не принимаются во внимание текущие (коммунальные: отопление, освещение, водоснабжение, канализация) и долгосрочные расходы. Они финансируются дополнительно к нормативу.

Из-за значительного недофинансирования общеобразовательной сферы снижается уровень материально-технического обеспечения учреждений, остается низким уровень оплаты преподавателей и уменьшается число квалифицированных педагогов, происходит старение преподавательского состава (у 64% школьных учителей стаж работы превышает 25 лет). Что приводит к снижению качества обучения, научно-техническому отставанию страны, экономическим потерям и социальной напряженности в обществе.

Основные проблемы бюджетного финансирования учреждений образования и предложения по их решению представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Проблемы бюджетного финансирования учреждений образования и пути их решения

Проблема	Предложение по решению
Недофинансирование бюджетных учреждений	Передача права утверждения сметы доходов и расходов руководителю учреждения, включение в процедуру разработки бюджета, предоставление права осуществлять расходование средств бюджета в пределах общей суммы финансирования, самостоятельно определяя их распределение по статьям экономической классификации
Строго целевая направленность полученных бюджетных средств	
Ограниченные временные рамки подготовки, согласования, утверждения, представления документов	Пересмотр срока доведения уведомлений о бюджетных ассигнованиях и его увеличение до 30 дней с момента утверждения сводной бюджетной росписи расходов
Невозможность запланировать поступление внебюджетных доходов из-за их неравномерного поступления в течение года	Необходимо отказаться от практики централизованного планирования структурных и организационных преобразований в сфере образования, сделав основной упор на постепенный запуск механизмов саморегулирования
Необходимость расходования поступающих доходов немедленно по их получении не позволяет накапливать средства для решения проблем, например, ремонта	Сохранение за бюджетным учреждением остатка средств, обоснованно образовавшегося по состоянию на 31 декабря текущего года на счёте бюджетного учреждения, наделение руководителя бюджетного учреждения правом на установление порядка, сроков и целевого назначения расходования этого остатка
Средства бюджета не всегда могут быть использованы до окончания финансового года по причине невыполнения договоров подрядчиками	
Поставщики коммунальных услуг выставляют счета по оплате за прошедший период, средства же на оплату планируются на текущий период	

Таким образом, современное состояние финансового обеспечения общеобразовательных учреждений позволяет предположить, что бюджетная политика государства в этой сфере направлена на учёт и контроль бюджетных средств, а не на эффективное обеспечение деятельности сферы образования.

Выше изложенные проблемы не обходят стороной и такие образовательные учреждения г.Северска, как МБОУ «СОШ №89», у которой 97% финансового обеспечения составляют бюджетные субсидии и лишь 3% дополнительные поступления (за счет средств ОАО «ТВЭЛ»).

С 2010 года в России реализуется национальная образовательная инициатива «Наша новая школа». Был организован проект «Школа Росатома», в рамках которого осуществляется модернизация ресурсов, в том числе и кадровых, и технологий на территории присутствия ГК «Росатом». В 2013 году учителя МБОУ «СОШ №89» победили в конкурсах проекта «Школа Росатома». Кроме того, МБОУ «СОШ №89» является школой-участницей ядерно-технического профиля, основанного на базе СТИ НИЯУ МИФИ, и с 2011 года получает финансовую поддержку со стороны ТК «ТВЭЛ» на приобретение современных кабинетов физики, химии и информатики.

Практика МБОУ «СОШ №89» свидетельствует о возможности привлечения средств для образовательного учреждения с помощью взаимодействия с отраслевой государственной корпорацией и участия во всевозможных образовательных проектах и грантах.

Средства от хозяйственной деятельности МБОУ «СОШ №89» представлены в таблице 2. В современных условиях такие источники покрывают все меньше потребностей учреждения, так как рынок услуг в городе постоянно расширяется и выбор в области дополнительных образовательных услуг становится все больше.

Таблица 2.

Перечень дополнительных платных услуг [3]

Наименование платной образовательной услуги	Стои-мость, руб./мес.	Численность, чел.	Количество месяцев	Итого доход, руб.
Домоводство	240	10	7	16800
Французский для начинающих	560	5	7	19600
Английский для малышей	560	4	7	15680
Итого:		19		52080

Выходом из сложившейся ситуации является увеличение внебюджетных поступлений. Для выявления максимальных показателей доходов школы и сравнения их с реальными показателями, были рассчитаны возможности максимального использования имущества. Таким образом, теоретически доходы от сдачи в аренду учебных кабинетов,

спортивного и актового зала, столовой могут составить 243000 рублей в год, а от оказания дополнительных платных услуг (образовательных, интернет, ксерокс, печать) 584400 рублей в год.

МБОУ «СОШ №89» сдает в аренду учебные классы ТУСУРу, предоставляет прилавки в столовой для продажи продуктов питания, сдает помещение спортивного зала секции Кёкусинкай каратэ, но весь этот комплекс мероприятий позволяет получить только 6880 рублей в год. Значит, этот источник поступления доходов развит недостаточно. Помещения хоть и сдаются в аренду, но по низкой арендной цене или на взаимовыгодных (бартерных) условиях. Для роста финансовых ресурсов школе следует привлекать дополнительных арендаторов и увеличивать арендную плату за пользование помещениями.

МБОУ «СОШ №89» проводит платные дополнительные занятия по трем предметам, но общий годовой доход от этого составляет 52080 рублей. Такая сумма объясняется невысокой стоимостью занятий в месяц (от 240 до 560 рублей) и низкой наполняемостью учебных групп (4, 5 и 10 человек). Следовательно, данная статья является ключевой для увеличения потока финансовых ресурсов, её нужно развивать, привлекая учащихся к дополнительным занятиям путем рекламы и заинтересованности. К сожалению, другие платные услуги школой не оказываются.

Проанализировав данные расчетов, можно чётко увидеть, что школа не использует свой потенциал в части привлечения дополнительных средств даже на треть. Так, школа теоретически могла бы получить 584400 рублей от оказания платных услуг, на практике же сумма от приносящей доход деятельности оказалась значительно меньшей 131760 рублей. Получается, что при оптимальном использовании возможностей и средств, школа может исправить существующее положение, а возможная прибыль могла бы хоть как-то «закрыть дыру» бюджетного недофинансирования.

Финансовое обеспечение системы образования необходимо развивать по следующим направлениям: увеличить бюджетное финансирование до уровня европейских стран, создать условия для привлечения внебюджетных источников по принципу «финансирование, ориентированное на результат».

Таким образом, при эффективном использовании имущества и оптимизации расходов, общеобразовательные учреждения могут получить финансовые ресурсы, необходимые для покрытия недостаточного бюджетного финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрин: у проекта бюджета РФ слабая структура // Вести. Экономика. Прямой эфир 15.10.2012 г.
2. Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
3. Публичный доклад директора МБОУ «СОШ №89» за 2012-2013 учебный год.

ГЕНДЕРНЫЕ АСПЕКТЫ РОССИЙСКОГО РЫНКА ТРУДА

Костарева Т.В., Михеенко С.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: smihenko@yandex.ru, tkostareva@gmail.com

В работе рассмотрена гендерная проблематика российского рынка труда относительно установленных в обществе гендерных представлений.

Дискриминация женщин, гендерные стереотипы и асимметрия, а также социальная политика, проводимая государством, влияют, на трудовую активность общества и на экономические показатели страны.

В работе сделана попытка исследовать гендерные аспекты российского рынка труда со стороны межличностных отношений мужчины и женщины, с позиции организации социально-трудовых институтов относительно гендерных представлений. Объектом пристального анализа стали различия в социальном положение женщин и мужчин, проблемы их взаимоотношений, которые сказываются, как на деловой активности общества, современном положении российского рынка труда, так и на динамике макроэкономических показателей страны.

В последнее время гендерная тематика исследований получает все большее распространение, как в мире, так и в России, в частности. Как правило, у разных специалистов гендер ассоциируется с их узконаправленной деятельностью. В русском языке слово «гендер» не имеет определенного перевода. Однако, исходя из общемирового понимании, «гендером можно назвать социальные роли и социально освоенные модели поведения, которые связываются с представлениями о мужчинах и женщинах. Сюда относятся общественные требования к характерным чертам, склонностям и типичному поведению, как женщин, так и мужчин. Эти роли и требования осваиваются в процессе обретения жизненного опыта, видоизменяются с течением времени и различаются в разных культурах»[1]. Американский психоаналитик Роберт Столлер – первый, кто использовал термин «гендер» в 1968 году именно в таком смысле, а не как характеристику биологического различия полов.

Вопрос неравноправия полов возник еще в XIX веке, когда ученые придерживались позиций биологического детерминизма в оценке взаимоотношений между полами. В XX веке феминизм стал массовым, но именно в 60-е годы XX века он принял радикальную форму, направленную на изменение общества в целом. Вследствие чего начались, как таковые гендерные исследования, был определён их понятийный аппарат и терминология. Это и явилось предпосылками к возникновению новой науки, которая в настоящее время получила свое достойное развитие.

В отечественной науке гендерным исследованиям стали уделять внимание примерно с 90-х годов прошлого века. Так, в апреле 1989 года, в

очередном номере журнала «Коммунист» появилась статья «Как мы решаем женский вопрос», авторами которой были А.Посадская, Н.Захарова и Н.Римашевская. Именно этим заявлением в России был поставлен официальный вопрос о новой науке, изучающей социальное неравенство, в том числе в сфере трудовых отношений, причиной которого стали патриархальные стереотипы, закрепляющие естественность и обусловленные полом. И хотя самого понятия «гендер» в статье ещё не прозвучало, но отчётливо был обозначен гендерный подход к анализу социальных отношений между полами.

Но при этом может оказаться справедливым вопрос: «О каком неравенстве может идти речь, если права мужчин и женщин в России уровняли еще в 1918 году, в статье 19 Конституции Российской Федерации?». Да, действительно, в данном документе зафиксировано, что «женщины и мужчины имеют равные права и свободы и равные возможности для их реализации». Казалось бы, по закону и те и другие могут осуществлять свою политическую, экономическую, социально-культурную деятельность и пользоваться их результатами равнозначно независимо от половой принадлежности. Но, к сожалению, все это лишь декларировано в теории. В реальной жизни мы сталкиваемся с тем, что права женщин ущемляются чаще, чем права мужчин, что подтверждает существование гендерной асимметрии в обществе, ***выражающейся в профессиональной сегрегации по признаку пола.***

Женские права ограничиваются во многих отраслях и сферах деятельности: политика, экономика, информационная сфера. Причиной такой ситуации являются гендерные стереотипы. Женщины – «слабый пол» – зависимые, не самодостаточные, эмоциональные, не знают, что для них хорошо, а что плохо. Мужчины же, «сильный пол» – рациональные, смелые, способные принимать правильные решения, правильность которых не обсуждается с женщинами. Эти предвзятые мнения о мужчинах и женщинах ведут к стереотипному мышлению, становятся руководством к действию, порождая гендерную дискриминацию.

В результате такого перехода от социальных мнений к фактическим действиям стереотип «политика/экономика/бизнес – не женское дело» порождает прямого рода дискриминацию женщин в экономической и социальной сфере. Стереотип о том, что мужчина – кормилец в доме, а женщина – хранительница домашнего очага, приводит к дискриминации женщин, как на рынке труда, так и в семье. В результате вся, достаточно тяжелая, домашняя работа остается женщинам, и при этом по анкетному опросу около 80 % российских работодателей сказали, что предпочтут принять на работу мужчину, нежели женщину. Очевидно, что видна тесная взаимосвязь между гендерными стереотипами и гендерной дискриминацией. В результате можно наблюдать возникновение двойных стандартов, как на рынке труда, так и в обычной жизни.

Существует масса негативных последствий гендерного неравенства: женщины больше времени уделяют неоплачиваемым видам деятельности, связанным с домашним хозяйством, чем мужчины; наблюдается ущерб для производительности и экономического роста; воспроизводится неэффективное разделение труда; растут издержки благополучия и управления; ***устойчивая корреляция между долей женщин, занятых в той или иной профессиональной группе, и уровнем средней оплаты труда, то есть выявилась проблема более низкой оценки женского труда в целом;*** разница в заработной плате приводит к тому, что бедность приобретает женское лицо; ***выход на рынок труда и экономическая независимость являются факторами, способствующими росту числа разводов.***

Конечно, за последние годы феминистское движение достигло некоторых результатов, женщин стали принимать на работу почти наравне с мужчинами, допуская на более серьезные и ответственные должности, чем раньше, но прежние стереотипы о женщинах до сих пор встречаются.

В подтверждение вышесказанного приведем несколько статистических фактов. По данным исследования федеральной службы государственной статистики, в общей численности экономически активного населения России женщины составляют 49%. При этом на долю управленцев всех уровней, включая руководителей организаций, приходится лишь 39% женщин, и только 31% женщин являются специалистами высшего уровня квалификации в области естественных, технических наук и инжиниринга. Зато в областях биологических и сельскохозяйственных наук, в сфере образования, а также среди занятых со средним уровнем квалификации численность женщин превышает мужскую занятость в 2, а где-то и в 3 раза. Особенно выделяются так называемые, чисто женские профессии сферы обслуживания, образования и обработки информации (официанты, почтальоны, секретари, бухгалтера и т.д.), где процент мужчин не превышает 5-11 %.

Данные статистики упрямо свидетельствуют о том, что хоть женщинам и стали доверять руководящие должности, но всё еще существует стереотип, что они не могут быть умнее мужчин. Поэтому значительная часть женщин выступает в роли помощников, работают, так сказать, на подхвате у мужчин.

По данным Росстата на лицо стабильное преобладание женщин над мужчинами, более чем на 10 млн. человек в год. Это огромная цифра. И с таким показателем численности женщины занимают меньшее количество трудовых мест, чем мужчины, и, как правило, это должности менее престижные и ниже оплачиваемые. Чем можно объяснить такое положение? Может быть, женщины просто не хотят работать? Нет. Ассиметричное положение женщин в профессиональной структуре занятых обусловлено «профессиональной сегрегацией» рынка труда, что

приводит к возникновению неравенств в отношении вопроса о приеме на работу, оплаты труда, других профессиональных характеристик. Вывод напрашивается сам – женщиной на российском рынке труда пренебрегают.

Ниже приведены данные Росстата о занятом населении на основной работе в среднем за 2013 год на основе индекса Дункана (диссимиляции), который используется для формального измерения значения профессиональной сегрегации в обществе.

$$ID = \frac{\Sigma\left(\frac{F_i}{F} - \frac{M_i}{M}\right)}{2} = \frac{F_f}{F} - \frac{M_f}{M} = \frac{28528}{34913} - \frac{12549}{36478} = 0{,}4731,$$

где F, M – число женщин и мужчин, занятых в экономике; F_i, M_i – число женщин и мужчин, занятых в i –той профессии; F_f, M_f – число женщин и мужчин, занятых в «женских» профессиях.

Расчеты показали, что на период 2013 года профессиональная сегрегация в России находилась на довольно высоком уровне. На протяжении уже многих лет индекс Дункана почти не меняет своих значений, находясь в пределах 40-50 % (к примеру, в 2006 году ID=47,26 %). Это еще раз подтверждает тот факт, что высокая гендерная асимметрия на рынке труда сохраняется, как бы с ней не боролись общественные организации по защите прав женщин.

Помимо того, что существующая гендерная дискриминация не устраивает самих женщин, она еще и неблагоприятно отражается на экономике страны. Доля женщин, которая могла бы быть активно занята, остается без работы или имеет её на ограниченных условиях, что значительно сокращает возможный показатель потенциального ВВП.

А ведь женщина-предприниматель могла бы не только сама ввести вклад в экономику страны, способствуя росту ВВП и предоставляя новые рабочие места, но и повысить эффективность российского бизнеса, при этом увеличивая налоговую базу государства.

В мире над вопросом роли женщины в экономике стали задумываться с конца 1990-х годов. На государственном уровне, было предложено выделить отдельную часть государственного бюджета под гендерное бюджетирование. Гендерное бюджетирование не подразумевает под собой выделение государственных средств отдельно для мужчин и женщин, а распределяет средства бюджета более адресно, согласно тому, какие расходы ориентированы больше на нужды женщин, а какие на нужды мужчин. Впервые официально гендерное бюджетирование включила в свой бюджет Австралия. Сегодня такие программы действуют или тестируются более чем в 50 странах мира, основу которых составляют европейские государства. В России на данный момент нет программы гендерного бюджетирования, но, как предпосылка к ней, со второй

половины прошлого десятилетия запущена гендерная стратегия развития страны, в основе которой лежит идея гендерного бюджетирования.

Проблема демографии и семьи для общества очень важна, ведь это залог повышения экономических показателей в будущем за счет увеличения трудовых ресурсов. Стоит отметить, что в России, в связи с ведением демографической политики государства с 2007 года запущена социальная программа «материнский капитал». И в настоящий момент, благодаря данной программе, часть женщин решаются оставить карьеру и заняться созданием семьи, причем большой семьи, так как социальные выплаты осуществляются только при рождении двух и более детей. Решается глобальная проблема увеличения рабочей силы в будущем, при её частичном высвобождении сегодня. А женщины возвращаются к тому, от чего уходили: к домашней работе, воспитанию детей, в результате чего в большинстве случаев теряют имеющиеся профессиональные навыки и так и остаются в «лоне» семьи заниматься «бытовыми хлопотами». Это сокращает размер рабочей силы на значительную величину и напрямую влияет на показатель ВВП. Поэтому пока в стране действует данная государственная программа, а срок ее окончания - 2016 год, очевидно, что параллельное проведение программы гендерной стратегии, для решения проблем гендерного неравенства, малоэффективно.

Снижение рождаемости – закономерный тренд современного этапа развития России, который вряд ли возможно переломить. Многие убеждены, что проблема нехватки трудовых ресурсов может быть решена за счет мигрантов. Действительно, российский рынок труда сегодня переполнен мигрантами из стран Азии и СНГ. Но почему бы эти рабочие места не отдать российским женщинам, тем самым сохранив значения показателя ВВП и частично решив проблему женской безработицы?

Широкое участие женщин в трудовой деятельности не привело к уменьшению различий между полами в сфере занятости. При достаточно близком уровне экономической активности женщин и мужчин, схожем типе трудовой активности на протяжении жизни, женщины продолжают трудиться в условиях горизонтальной и вертикальной сегрегации на рынке труда России и получают в среднем меньшую заработную плату.

Очевидно, что для устранения экономических основ гендерного неравенства недостаточно обеспечить одинаковое участие мужчин и женщин в трудовой деятельности. Необходимо изменить структуру спроса на рынке труда, практику найма и продвижения персонала, повысить значимость и престижность занимаемых женщинами должностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. African National Congress (1997) The need for a gender perspective from the ANC and its cadres. Retrieved from: http://www.anc.org.za/ancdocs/discussion/gender.html

2. «Женщины и мужчины России». Статистический сборник. – М.: Госкомстат России, 2012.

ИСТОРИЯ ГЕНДЕРНОЙ ПРОБЛЕМАТИКИ РЫНКА ТРУДА

Михеенко С.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: smihenko@yandex.ru

Гендерная проблематика стала предметом внимания экономистов начиная с 60-х годов XX века, что было вызвано, прежде всего, началом массового выхода женщин на рынок труда в развитых странах Запада.

В статье представлены теоретические интерпретации в рамках марксистского, неоклассического и институционального подхода механизмов проявления гендерных различий на рынке труда.

История развития гендерной проблематики в экономической мысли является красноречивой иллюстрацией процесса становления принципиально новой междисциплинарной области научного знания.

Гендерная проблематика впервые оказалась включенной в рамки экономической теории благодаря марксизму. Толчком к теоретической постановке «женского вопроса» послужило вовлечение женщин в сферу оплачиваемой занятости, произошедшее в 30-е годы XIX века.

Основные положения классического марксизма о причинах дискриминации женщин наиболее полно были изложены в работе Ф.Энгельса «Происхождение семьи, частной собственности и государства» (1884г.), считавшего, что источник гендерного неравенства следует искать в отношениях собственности. Появление частной собственности ведет к возникновению гендерного разделения труда и формированию отношений зависимости внутри семьи. Критикуя буржуазную семью, Маркс и Энгельс подчеркивали, что она основана на экономическом подчинении женщины и господстве мужчины, выполняющего роль единственного кормильца.

Эта зависимость может быть ликвидирована только с включением женщины в общественное производство, когда весь домашний труд, включая ведение домашнего хозяйства, уход за детьми и их воспитание, будет выведен за пределы семьи и превращен в общественную отрасль труда, что уберёт саму объективную основу женского неравноправия.

Итак, в рамках марксизма впервые был поставлен вопрос о причинах и формах угнетения женщины в классовом обществе. Однако марксистская теория так и не дала убедительных ответов на ряд важных вопросов. Чем по сути является деятельность женщин в домашнем хозяйстве – трудом или способом проведения досуга? Можно ли отнести время, затрачиваемое на эту деятельность, к разряду рабочего времени, или же это время отдыха? Наконец, можно ли дать стоимостную оценку этой деятельности?

В период с середины 60-х и до 90-х годов XX века гендерная проблематика рынка труда начинает активно обсуждаться в рамках

марксистской и неомарксистской экономической теории со стороны радикальных и социалистических феминисток, которые пытались интегрировать гендерный подход и марксистский экономический анализ, предлагая описывать гендерные отношения в терминах эксплуатации класса женщин со стороны господствующего класса мужчин.

В ряду современных феминистских исследователей, работающих в рамках марксистского направления, можно назвать такие имена как Хайди Хартманн, Айрис Янг, Кристин Дельфи, Эли Зарецки и многие другие.

Представительницей радикального феминизма Кристин Дельфи была предложена концепция «семейного способа производства» [1]. Она утверждает, что мужчины, работающие вне дома на рынке, и женщины, работающие в домашнем хозяйстве, принадлежат к различным общественным классам. Домохозяйки представляют производительный класс, включенный в домашний труд, в то время как их мужья – это непроизводительный класс, присваивающий результаты труда своих жен. Находясь в пределах дома, женщины фактически становятся неоплачиваемыми работниками своих мужей и составляют единый эксплуатируемый и угнетаемый класс в рамках семейного способа производства, где в качестве эксплуататоров выступают все мужчины.

Но, к сожалению, концепция «семейного способа производства» фактически оставляет без внимания женщин, работающих вне дома, и полностью игнорирует экономические различия между представителями каждого пола.

Позднее сторонницы марксистского феминизма предложили концепцию «семья как способ минимизации издержек по воспроизводству рабочей силы»: поскольку женщины-домохозяйки не получают зарплаты, а имеют лишь некоторое содержание со стороны их работающих супругов, то эта модель «оптимизирует» процесс воспроизводства рабочей силы за счет минимизации издержек от неравного разделения труда внутри семьи по полу. Марксизм и феминизм марксистского толка объясняют гендерное неравенство на рынке, рассматривая женщин как подчиненную и маргинальную категорию работников, а повышенный уровень их эксплуатации – как фактор, обеспечивающий дополнительные выгоды для работодателей. В рамках этого направления предлагаются две концепции: концепция резервной армии труда и концепция трудового процесса.

Концепция резервной армии труда опирается на тезис К. Маркса о том, что в условиях капитализма неизбежным является постоянное существовании резервной армии труда, что препятствует успешному торгу между работниками и работодателями по поводу условий занятости и заработной платы. В 70-е годы теория резервной армии труда была применена к женщинам. Утверждалось, что они представляют собой гибкий резерв рабочей силы, который входит на рынок труда в периоды экономического подъема, и покидает сферу занятости в периоды

экономического спада (в особенности это касается замужних женщин). Классическим примером в этом плане является вовлечение женщин в сферу занятости в периоды военного времени.

Однако фактические данные не всегда подтверждают выводы этой концепции. Например, и в период Великой Депрессии в США, и во время экономического кризиса середины 70-х годов доля женщин, потерявших работу, не превышала долю мужчин. Р. Милкман объясняет это тем, что эффект резервной армии труда в значительной степени был вытеснен эффектом профессиональной сегрегации по признаку пола, то есть сектора занятости, особенно затронутые безработицей во время кризиса, были преимущественно мужскими [2]. Р. Милкман предполагает, что для объяснения гендерных отношений в сфере занятости ключевым является понятие профессиональной сегрегации, а не концепция резервной армии труда.

Концепция трудового процесса была сформулирована Браверманом в работе «Труд и монополистический капитализм» (1974) [3]. Он считал, что, в условиях капитализма женщины занимают основную часть менее квалифицированных работ, а между домашним хозяйством и рынком происходит изменение отношений. Объем домашнего труда снижается, т.к. семья теперь покупает на рынке многие товары, которые раньше она производила сама. Поэтому женщины получают возможность включаться в оплачиваемую занятость. Следствием этих процессов является рост уровня занятости женщин и снижение уровня занятости мужчин, поскольку они вытесняются с квалифицированных работ. В перспективе следует ожидать сближения уровней занятости мужчин и женщин.

Критика концепции Бравермана сводится к тому, что тенденция к снижению квалификации не является неизбежной, а долгосрочная статистика не подтверждает вывод о снижении времени, затрачиваемого женщинами на домашнюю работу и содержание семьи.

Но факты, что доля женщин-домохозяек в мире падает, и затраты времени на домашнюю работу среди работающих женщин по сравнению с домохозяйками снижаются, говорят в пользу теории Бравермана.

Существует еще один подход, который, наиболее полно воплощает идею синтеза марксистской и феминистской теории. Речь идет о «теории двойственных систем», наиболее известные версии, которой были предложены Хайди Хартманн и Айрис Янг. Они считали, что основы подчиненного положения женщин коренятся в гендерном разделении труда. Капиталистическое общество не может адекватно оценивать труд, создающий блага, не выставляемые на рынок, в частности, создаваемые неоплаченным домашним трудом женщин, поэтому женский труд считается второстепенным и социально незначимым [4].

Вместе с тем, система капитализма функционально связана с системой патриархата, позволяющей мужчинам осуществлять контроль над

женщинами. При этом выгоду от эксплуатации женщин получают как все мужчины, так и все капиталисты, поскольку эксплуатация женщин построена на своеобразном соглашении между мужчинами и капиталистами. Мужчины-капиталисты утверждают свою власть через сегментацию рынка труда (то есть разделение работников на группы по расовым, половым и этническим основаниям), а мужчины-работники поддерживают выгодную для них модель профессиональной сегрегации по признаку пола, которая ставит их в привилегированное положение.

Хартманн описывает суть этого механизма следующим образом. В основе его лежит гендерная сегрегация в занятости, которая является главным рычагом мужского контроля над женщинами во всех сферах общества. Благодаря высокой организованности и навыкам контроля мужчины вытесняют женщин с хороших рабочих мест. Дискриминация в занятости не позволяет женщинам обрести экономическую независимость и вынуждает их выходить замуж. В семье в обмен на материальную обеспеченность женщины оказываются вынужденными выполнять основную часть домашней работы. Загруженность женщин домашними делами еще более подрывает их возможности получить доступ к хорошим работам, поскольку последние требуют хорошего образования и высокой квалификации. В итоге образуется порочный круг, усиливающий экономическую зависимость женщин от мужчин, с одной стороны, и масштабы их домашней эксплуатации, с другой.

Подход Х. Хартманн критиковался за излишне упрощенный анализ профессиональной сегрегации, которую она сводит к вытеснению женщин мужчинами с лучших рабочих мест. Хотя явление профессиональной сегрегации имеет гораздо более сложный и многомерный характер.

В целом критические аргументы в адрес марксистских концепций гендерного неравенства сводятся к тому, что их сторонники зачастую не могут объяснить суть и происхождение гендерного неравенства и игнорируют существование независимой динамики гендерных отношений.

В 60-е годы прошлого столетия в рамках основного течения экономической науки – неоклассического подхода (или «mainstream») – были предложены теоретические подходы к анализу домохозяйства и разделению труда между мужчинами и женщинами, к гендерной дискриминации в занятости, профессиональной сегрегации по признаку пола, гендерному неравенству в оплате труда и прочее.

До середины 60-х годов гендерная проблематика фактически игнорировалась экономистами-неоклассиками. «Прорыв» в этом направлении связан с работами американского экономиста Гэри Беккера, который предложил принципиально новую теоретическую интерпретацию гендерных проблем с позиций наиболее влиятельного на сегодня направления экономической мысли. Речь шла о таких концептуальных разработках, как: разделение труда внутри семьи и принятие решения о

выходе на рынок труда, причины дискриминации на рынке труда, производительная функция домашнего хозяйства, распределение дохода в семье, брачное и репродуктивное поведение и др.

И хотя Г. Беккер отнюдь не принадлежит к сторонникам феминизма, его теоретические разработки, в частности классический труд «Новая экономика домашнего хозяйства», в большой степени способствовали проникновению гендерной проблематики в микроэкономический анализ.

По Беккеру главный вопрос – это выбор той или иной «технологии» производства необходимых потребительских благ. Чем выше образование и квалификация занятых домашним хозяйством, и чем выше уровень их занятости на рынке, тем «дороже» стоит их домашний труд. Поэтому рост занятости женщин вне дома фактически оказывается стимулом для развития времясберегающих «технологий» домашнего труда.

В рамках неоклассического подхода гендерное разделение ролей внутри семьи получает новую интерпретацию благодаря использованию разработанного Г. Беккером и Т.Шульцом понятия «человеческого капитала», под которым понимается воплощенный в человеке запас способностей, знаний, навыков и мотиваций. Его формирование требует отвлечения средств от текущего потребления ради получения дополнительных доходов в будущем. К важнейшим видам человеческих инвестиций относят образование, подготовку на производстве, миграцию, информационный поиск, рождение и воспитание детей [5].

Если возникают хотя бы небольшие различия между полами в режимах накопления человеческого капитала, то они становятся фактором, способствующим специализации каждого пола на накоплении капитала определенного типа – условно говоря, «рыночного» (повышающего производительность на рынке) или «домашнего» (повышающего производительность в домашнем хозяйстве). Для женщин эти различия имеют как биологическую (связанную с рождением и воспитанием детей), так социальную (дискриминация на рынке труда) природу. Поэтому для семьи выгодно, если каждый из супругов будет специализироваться в той сфере, где он обладает сравнительным преимуществом в накоплении «человеческого капитала». Если учесть, что средняя ставка зарплаты женщин ниже, чем мужчин, а их «домашний» человеческий капитал в среднем выше, то для средней семьи рациональнее окажется вариант, когда муж работает в рыночном секторе, а жена – в домашнем хозяйстве.

«Дешевое» время одного из менее квалифицированных партнеров в браке используется на создание нерыночных благ, в то время как высокооплачиваемый партнер максимизирует доход в рыночной сфере [6].

Специализируясь в накоплении специфического «семейного» капитала, который включает в себя по Беккеру такие блага, как: дети, репутация в глазах окружающих, престиж, здоровье, взаимопонимание – женщины повышают для себя выгоды, связанные с сохранением данного

брака. В то же время недостаточный «рыночный» капитал выступает причиной, увеличивающей издержки, связанные с разводом. Эта логика объясняет тот факт, что рост экономической активности женщин сопровождался в развитых странах Запада параллельным ростом числа разводов, поскольку наличие независимых доходов существенно снизило для женщин возможный ущерб, связанный с расторжением брака.

В конце 80-х годов наметилась тенденция к переходу от критики экономической методологии к исследованию проблем положения женщин на рынке труда в рамках неоклассического и институционального подходов с позиции либерального феминизма. Каждое из этих направлений предлагает собственные интерпретации гендерных проблем.

Для неоклассического направления это – экономика домохозяйства, разделение труда внутри семьи, решения о выходе на рынок труда, принимаемые совместно мужем и женой, исследование и объяснение дискриминации женщин на рынке труда, а в последние годы – анализ брачных отношений и репродуктивного поведения.

Проблематика семьи и брака остается фактически единственным гендерным сюжетом в рамках институционализма, в частности в работе Т. Веблена «Теория праздного класса».

Институционалисты существенно расширяют рамки «новой экономики домохозяйства» Беккера, делая акцент на значимости внутренней структуры семьи. Семья рассматривается ими как особый институт, обеспечивающий индивидам возможность создать стабильную среду для жизни и воспитания детей, и одновременно как институт, способствующий снижению трансакционных издержек или, иными словами, издержек по повседневному функционированию семьи [7].

В поле зрения институциональной экономики попадают такие проблемы, как брачные отношения, понимаемые как контрактные, и роль государства в регулировании гендерных отношений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Delphy C. Close to Home. Amherst: University of Massachusetts Press, 1984.
2. Milkman, R. Women’s Work and the Economic Crisis. Review of Radical Political Economics, vol.8, no 1, 1976.
3. Braverman, H. Labor and Monopoly Capital. New York, Monthly Review Press, 1974.
4. Hartmann H. The unhappy marriage of Marxism and Feminism. Towards a More Progressive Union. Capital and Class, 1979, nj.8
5. Р. И.Капелюшников. Теория человеческого капитала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www. libertarium. ru/libertarium/ 10624/lib_article_t
6. Г. Беккер. Выбор партнера на брачных рынках. // Женщина, мужчина, семья. THESIS, N6, 1994, сс.12-37.
7. Поллак Р. Трансакционный подход к изучению семьи и домашнего хозяйства. THESIS: 1994, вып.6, с.56.

ИДЕИ СОЗДАНИЯ ОБЩЕЕВРОПЕЙСКОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

Михеенко С.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: smihenko@yandex.ru

В Европе создано общее экономическое пространство, открылись границы, введена единая валюта, формируется общеевропейский рынок труда. В этих условиях пестрота систем высшего образования, несоизмеримые требования, несопоставимость преподаваемых специальностей и дисциплин тормозят мобильность квалифицированной рабочей силы. С целью создания единого общеевропейского пространства высшего образования было предложено движение «Болонский процесс», которое является ярким проявлением интеграционных тенденций, с большим успехом развивающихся в этой части света в последние годы.

Идеи создания европейского университетского сообщества и единого европейского пространства высшего образования исходят от старейшего в Италии и во всей Европе Болонского университета.

Сама идея не нова, она пришла из средневековья. Немного истории, которой с удовольствием делятся с туристами экскурсоводы города Болонья, бесконечно влюблённые в родные пенаты и гордые своим университетом. В средние века число студентов в Болонье было невелико, и руководство университета, чтобы иметь средства для финансирования заведения, принимает решение приглашать слушателей из ближайших окрестностей и любых городов, даже за пределами Италии. Благо, что всё европейское образование велось в те времена только на латыни, поэтому языковых проблем в понимании и усвоении материала у студентов не могло быть. Университетское образование было платным, и профессора Болонского университета порой не могли набрать для себя нужную аудиторию – стремление к знаниям не всегда совпадало с достаточной платёжеспособностью учеников. Преподаватели жили довольно скудно, были бедны и, в поисках средств к существованию, вынуждены были колесить из одного учебного заведения в другое, сначала в пределах родной Италии, а позднее и по всей Европе, обретая всё новых и новых благодарных слушателей. Чем не «широкая мобильность профессорско-преподавательского состава», так рекламируемая в Европе сегодня.

Объём часов лекционного материала средневекового профессора был, как правило, ограничен суммой полученного от слушателей вознаграждения и годовым жалованием от университета. Студенты взамен получали от профессора что-то типа сертификата о количестве прослушанных часов курса с личной подписью преподавателя. Этот сертификат давал возможность впоследствии дослушать курс

понравившихся лекций. При этом можно было путешествовать вместе с профессором или ждать продолжения его лекций в стенах своего учебного заведения. Вот Вам прообраз современной системы кредитов по типу ECTS – европейской системы перезачета зачетных единиц трудоемкости, как наиболее подходящего средства, поддерживающего крупномасштабную студенческую мобильность.

Наиболее усердные студенты, путешествуя за профессурой по Европе, конечно же, выбирали лучшие места для возможности заниматься наукой, ставить опыты, экспериментировать, познавать новое. Таким образом, происходила концентрация наиболее одарённых и прогрессивно настроенных студентов и учёных в центрах, где для них были созданы наилучшие условия, как с финансовой точки зрения, так и с точки зрения возможности заниматься наукой. Ни для кого не секрет, что как в России, так и в современной Европе, подавляющее большинство успешных студентов и ученых ориентируются на США, где не только зарплата выше, но и денег на исследования выделяется в разы больше, то есть условия для их личного успеха в науке гораздо выше. Кстати, совсем не случайно роль латыни сегодня взял на себя безоговорочно именно английский язык.

Но хватит исторических экскурсов, вернёмся к идеям Болонского процесса, ведь именно ему сегодня отводится роль флагмана в процессе создания общеевропейского образовательного пространства. В 1986 году, готовясь к своему 900-летнему юбилею, Болонский университет обратился с предложением принять Великую Хартию Университетов. Идея была подхвачена, и в 1988 году этот документ был одобрен ректорами 80 европейских вузов. Подписанная в 1998 году Сорбонская декларация «О гармонизации архитектуры европейской системы высшего образования» окончательно обосновала и ускорила стратегическую цель создаваемой в Европе зоны высшего образования на государственном уровне.

Формирование общеевропейской системы высшего образования в рамках Болонского процесса основано на общности фундаментальных принципов высшего образования. Предложения в рамках Болонского процесса сводятся к следующему: введение двухуровневого обучения; введение кредитной системы; контроль качества образования; расширение мобильности; обеспечение трудоустройства выпускников; обеспечение привлекательности европейской системы образования.

Цели Болонского процесса формируют концепцию образования будущего, и Россия не могла оставаться в стороне от этого процесса, как и любая страна, которая хочет наравне с Европой формировать мировую политику, не только в области образования. Поэтому на Берлинской встрече министров образования европейских стран в сентябре 2003 года Россия также присоединилась к Болонскому процессу.

Самоизоляция от мирового образовательного пространства может иметь отрицательные последствия для любой национальной системы

образования, но развивать международную интеграцию нужно, сохраняя лучшее из собственного опыта. В частности, Россия не должна отказываться от принципа фундаментальности отечественного образования, который выгодно отличает нашу образовательную систему.

Если говорить об общенациональных выгодах от реализации требования Болонского процесса о введении уровневой системы высшего образования, можно констатировать следующее: в Россию пойдут дополнительные потоки студентов из стран Азии и Африки, так как диплом российских вузов станет вполне европейским и будет полностью признаваться в едином образовательном пространстве. В силу европейского признания российское высшее образование станет более привлекательным для иностранных студентов. Азиатские и африканские студенты будут создавать потенциал притока мозгов.

Пока Россия занимает скромное место на рынке экспорта образовательных услуг. Она принимает меньше 4% студентов-иностранцев от общего числа, причем львиная доля иностранных студентов в России – из стран бывшего СССР. Но если диплом наших вузов станет европейским, если российские степени бакалавра и магистра будут признаваться в Европе, студентам будет целесообразно обучаться в России, а уже потом трудоустраиваться в тех странах, где есть потребность в квалифицированных работниках. Выпускники российских вузов станут полноценными конкурентами для иностранных бакалавров и магистров не только в совместных предприятиях на территории России и в представительствах иностранных компаний, но и за рубежом.

Внедрение системы зачетных баллов по типу ECTS – еще одна идея, провозглашенная Болонской Декларацией. Сегодня во многих европейских странах студент может накапливать кредиты в счёт будущего диплома в течение сколь угодно длительного периода. Накопление кредитов позволит студенту повышать квалификацию в течение всей жизни, например, получать дополнительное высшее образование. Благодаря кредитам, студент сможет делать продолжительные перерывы в учёбе – заработанные ранее кредиты не пропадут. Даже в случае отчисления студента из вуза набранные им кредиты могут быть использованы при продолжении обучения, причём они будут засчитываться неоднократно, что заметно облегчит студенту получение второго высшего образования.

Не секрет, что высшее элитное образование России сосредоточено в вузах Москвы, Санкт-Петербурга и в ряде академических центров. Возникает проблема подготовки специалистов современного уровня в регионах. Низкий уровень мобильности, связанный с низким уровнем доходов населения, противоречит одной из ключевых идей развития Болонской Декларации. Академическая мобильность студентов, преподавателей и административного персонала вузов – еще одно несомненное преимущество, которое получила Россия при вступлении в

Болонский процесс – это возможность "перемещаться" из одного вуза в другой с целью обмена опытом, получения тех возможностей, которые недоступны в "своем" вузе. Ценность такого рода контактов и обменов трудно переоценить, особенно в условиях ограниченности и устарелости лабораторной базы, как это имеет место во многих вузах России. Понятно, что высокая степень академической мобильности предполагает развитую инфраструктуру и доступность источников финансирования. К сожалению, в России даже внутри страны мобильность сегодня очень ограниченна.

Благодаря мобильности иностранных студентов, приезжающих в вуз на семестр или на год, российские университеты получат дополнительный источник внебюджетного финансирования. Мобильность иностранных преподавателей также расширит образовательные возможности вуза. Как правило, эти преподаватели читают свои курсы на английском языке, поэтому, помимо нового взгляда на специальность, студенты в ходе занятий с ними повышают уровень владения иностранным языком.

В России нет традиции поголовного владения несколькими языками, и обычная школа не способна решить эту задачу. Языковой барьер сдерживает процесс вхождения в единое европейское образовательное пространство, но полноценное участие в Болонском процессе качественно поднимет владение студентами и преподавателями иностранными языками. Повысится конкуренция преподавателей за право читать лекции за рубежом по программам мобильности. По примеру вузов Европы можно ожидать повышения статуса российского вузовского преподавателя, профессора, общей привлекательности преподавательского труда.

В европейских академических кругах не скрывают, что мобильность будет приводить к "утечке мозгов" как студентов, так и преподавателей. Это неизбежно. Человек вправе искать лучшее для себя. Студенты со знанием иностранных языков, к тому же улучшившие их в иноязычной языковой среде, познакомившись с условиями труда и заведя связи с местными сверстниками, получат гораздо больше шансов найти работу за рубежом. А, если страна заинтересована в своих конкурентоспособных сотрудниках, то она будет создавать для них все необходимые условия.

Возможные позитивные последствия от вступления России в Болонский процесс целесообразно рассматривать на нескольких уровнях: национальном, вузовском и индивидуальном. Прежде всего, хотелось бы сказать, о политических аспектах присоединения России к европейскому пространству высшего образования. Укрепление авторитета страны через качественное высшее образование представляет собой важный политический ресурс. К сожалению, в Европе Россия до сих пор воспринимается негативно в свете Советского союза. Как полноценный член Болонского процесса, Россия сможет в свою очередь активнее влиять и на высшее образование в Европе: голос более чем тысячи российских вузов должен быть услышан при принятии образовательных решений.

Нет сомнений, что престиж вуза в рамках Болонского процесса вырастет, увеличится его привлекательность для абитуриентов. Направляя своих преподавателей в зарубежные вузы, национальные вузы смогут реально повышать квалификацию профессорско-преподавательского состава, станут более конкурентоспособными и привлекательными для отечественных и иностранных учащихся. Большинство российских и других европейских вузов давно нуждается в обновлении своей материально-технической базы и образовательной инфраструктуры, и Болонский процесс может дать толчок процессу модернизации.

Для студента Болонский процесс сделает учёбу в вузе более демократичной и индивидуальной, предоставит студенту больше выборов, что создаст благоприятные условия для развития его личности. Учащийся получит доступ к лучшим университетским библиотекам Европы. В ходе учёбы у него появиться возможность корректировать выбор специальности или профессии в соответствии со своими изменившимися под влиянием полученных в вузе знаний предпочтениями, возникшими интересами. В случае возникновения в ходе учёбы материальных затруднений, студент, получив диплом бакалавра, сможет пойти работать, а, улучшив своё материальное положение, продолжит обучение в магистратуре.

Несомненной выгодой академической мобильности станет пропаганда российской культуры – большее число европейцев получат возможность изучить русский язык, познакомиться с российской культурой, с педагогическими традициями нашего высшего образования, которые будут органично распространяться среди иностранных студентов и преподавателей, прибывающих в Россию по программам мобильности.

Одной из наиболее привлекательных идей Болонской Декларации стала идея "образования в течение всей жизни". Знания, полученные человеком в процессе обучения, не раз устаревают за время его профессиональной жизни, что жестко ставит вопрос о необходимости обеспечения непрерывного профессионального образования.

В будущем хочется надеяться, что шаг подписания Болонской Декларации положил начало комплексным реформам всей общеевропейской образовательной системы, которые также коснутся и других сфер жизни общества. Ведь именно воплощение в жизнь идей общего образовательного пространства должно помочь странам выйти на новый уровень в отношениях с многополярным миром.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болонский процесс: интеграция России в европейское и мировое образовательное пространство/А.И. Гретченко, А.А.Гретченко.– М.: КНОРУС.– 2009.–С.149.
2. Болонский процесс в России [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.vvsu.ru/bp/page.asp?IdRubric=220693.

СОЦИАЛЬНАЯ РАБОТА ГЛАЗАМИ СТУДЕНТОВ. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТУДЕНТОВ СТИ НИЯУ МИФИ

Ретунская Т.Н.
Северский технологическийинститут НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65

Радикальные изменения в политической, экономической и социальной жизни, происходящие в мире, внутри нашей страны, актуализируют целый комплекс социальных проблем. В статье анализируются результаты исследования подготовки специалистов нового типа - студентов ФТУ, будущих социальных работников, и студентов технических специальностей СТИ, имеющих минимальное отношение к социальной работе, но потенциально способных представлять для нее немаловажный ресурс.

Как любой социальный институт, социальная работа не может существовать в вакууме, ей необходим приток молодых сил, ей нужна дополнительная энергетика.

А это значит, что и в исследованиях, и в практических действиях надо выходить за рамки сложившихся на данный момент симбиотических структур. Мы предположили, что для начала неплохо было бы оценить впечатления, которые социальная работа производит на людей, пока не имеющих к ней никакого отношения по ряду причин: из-за юного возраста и из-за специфики получаемого технического образования.

Мы провели опрос студентов технических специальностей нашего ВУЗА, людей, имеющих минимальное отношение к социальной работе, но потенциально способных представлять для нее немаловажный ресурс.

Основной вопрос формулировался так: "Как Вы думаете, что делают социальные работники?"

Процедура. В опросе приняли участие 60 студентов технических специальностей третьего, четвертого курсов (47 юношей и 13 девушек) в возрасте от 19 до 23лет.

Все студенты должны были письменно ответить на поставленный вопрос. Каждый мог дать сколько угодно ответов, поэтому число полученных ответов (77) превышает число респондентов. Опрос проводился анонимно. Респонденты должны были лишь указать свой возраст и пол.

Результаты. Только 19 студентов (25%) ответили на заданный вопрос более или менее адекватно, назвав такие действия социальных работников, как социальная защита детей, консультация, помощь ветеранам, помощь определенным категориям населения, помощь малообеспеченным слоям населения.

Часть студентов смешивает социальную работу с социологией. 13 респондентов (17%) назвали занятиями социальных работников

исследование общественного мнения, проведение опросов, контроль общественного мнения. Еще две группы ответов мы условно разделили на вероятные занятия социальных работников и мифические занятия. Вероятными занятиями они могут заниматься, но не в них суть социальной работы, они скорее могут сопровождать основные виды деятельности или подкреплять их.

Мифические занятия трудно охарактеризовать одним определением, достаточно взглянуть на их список, чтобы понять, что мы имели в виду, выделяя эту группу. По каждому из занятий чаще всего давался один ответ, иногда два или три. Но, как правило, все ответы одного студента относились только к одной из выделенных групп.

Вероятные занятия социальных работников: (в скобках ответы): торговля (3), прогнозирование (3), агитация (2),заключение договоров (2), преподавание (2), и т.д. Общее число вероятных ответов 25 (32%).

Мифические занятия социальных работников: философия (1), делегируются (1), строят, служат, различные экономические дела (1) и т. д. Общее число мифических ответов 12 (16%). Восемь респондентов (10%) ответили на поставленный вопрос: "Не знаю, не помню".

Таким образом, только около четверти опрошенных молодых людей с неоконченным высшим образованием более или менее адекватно представляют себе, что такое социальная работа. Все остальные не в состоянии актуализировать адекватные представления.

Выводы. Социальная работа остается незнакомым занятием для молодежи, не имеющей к ней прямого отношения. В общественном сознании присутствует смешение социальной работы и социологии. Причины неразличения социальной работы и социологии: некоторое лингвистическое сходство обозначений названных областей знания; большая, по сравнению с социальной работой, известность и популярность социологии; практически полное отсутствие PR-мероприятий.

Правильно ли представляют себе специфику социальной работы студенты, специализирующиеся в самой этой области, помог другой опрос. В группах студентов - социальных работников нет смысла задавать вопрос: "Что делают социальные работники?" Наверняка будут более или менее верно перечислены все методы и формы работы.

Гораздо важнее узнать, удалось ли студентам сформировать более или менее научное представление о целях, месте и функциях социальной работы, а также стратегии профессионального выбора. Мы решили выяснить это через определение ее сущности. По нашему мнению, оно является одним из принципиальных моментов, выявляющих не только компетентность респондентов - профессионалов, но и их профессиональную ориентацию в ценностях, целях, а, следовательно, и методах этой профессии.

В исследовании принимали участие 60 человек второго, третьего курсов (48 девушек и 12 юношей) в возрасте от 18 до 24 лет. Опрос проводился письменно, анонимно. Респонденты должны были лишь указать свой возраст и пол. Каждый мог дать сколько угодно ответов, поэтому число полученных ответов (70) превышает число респондентов

Результаты. Социальная работа респондентами определяется как:
1) **профессиональная деятельность** -35 чел. – 58,3%;
2) помогающая профессия, состоящая в опеке и контроле, приобретении услуг для уязвимых клиентов (детей + пожилых с нарушениями психики) – 25 чел. – 41,7%;
3) работа с целью активизации ресурсов, являющихся уязвимыми в некоторых отношениях – 2 чел. – 3,3%;
4) **работа** с людьми с целью помочь приспособиться к жизни и **изменениям -** 2 чел. **–** 3,3%;
5) **профессиональная общественная активность**, которая способствует реализации права людей достичь более высокого качества жизни – 1чел. – 1,7%;
6) приложение знаний и умений, основанных на определенных ценностях, которые позволяют людям выживать и справляться с **изменениями** в их жизни – 1 чел. – 1,7%;
7) **стимулирование изменений** для преодоления неравенства возможностей - 1 чел. – 1,7%.

Наш анализ определений состоял в поиске и выделении в полученных определениях ключевых слов, использованных студентами, и ранжировании этих слов по частоте встречаемости.

Выводы. Первое важное обстоятельство — гораздо более частое использование студентами словосочетания **"профессиональная деятельность"**. На наш взгляд, это может быть проявлением значительного ударения на профессионализм социального работника, делаемого при их подготовке в нашем ВУЗе.

Второе, наиболее интересное, обстоятельство: студенты чаще определяют социальную работу через атрибут **"помощь"**; значительно реже - атрибут **"изменение**". И это различие существенно, так как понятие "помощь" предполагает более активную функцию социального работника и более пассивную — клиента. Помощь же может оказываться бесконечно и не вести к качественным преобразованиям ситуации.

Понятие "изменение" может трактоваться по-разному, предполагающее как двух субъектов и как одного. Причем в последнем случае изменению должна подвергаться вся жизненная ситуация, после чего необходимость социальной работы отпадает.

Статус социальных работников в нашей стране не позволяет существенно изменить объективные обстоятельства жизни своих клиентов, нашим специалистам посильно лишь оказание или той, или иной помощи.

Данное исследование помогло в решении еще одной задачи: выявить **студентов с различными стратегиями профессионального выбора,** которых мы распределили по трем группам.

Основной смысл опроса студентов **первой группы** заключался в том, что они пока не склонны задумываться о том, кем они будут работать и какую роль в этом играет их учеба. В ответах данной группы наиболее часто встречались такие выражения, как: «мои желания постоянно меняются», «пока не определилась», «не думал», «не знаю». На основании этого **мы сформулировали название данной стратегии как *откладывание профессионального выбора.*** В целом по выборке численность данной группы составляет 18 чел. (30% от общего числа студентов).

В ответах **второй группы** студентов встречались такие фразы, как: «получу более престижную специальность», «получу второе высшее образование». Хотя данными студентами все же подчеркивалось, что знания, получаемые по данной специальности, полезны и будут использоваться в дальнейшем. Данную стратегию мы назвали - ***отрицание профессии,*** под этим мы подразумеваем не отрицание в целом профессии и всего, что с ней связано, а именно **нежелание работать по специальности**. Данными студентами профессиональный выбор фактически сделан, в отличие от первой группы, но он в пользу другой профессии. Всего среди общей выборки таких студентов 20 чел. (33%).

Третья группа студентов в своих ответах демонстрирует профессиональный выбор в пользу будущей профессии. Студенты данной группы планируют связать свою деятельность с социальной работой, их планы продуманы, содержат предполагаемые места работы: «Вижу себя в профессии», «Выбор сделан верно», «Хочу работать по специальности». Данную стратегию мы назвали - ***стратегия принятия профессии.*** Данную позицию демонстрируют 22чел. (37%).

Выводы. Стратегию принятия профессии демонстрируют лишь 37%. Отрицательное отношение к выбранной профессии связано преимущественно с низким, по мнению студентов, социальным статусом профессии в обществе, низким вознаграждением, не обеспечивающим материальные притязания.

Из всех схем социальной работы, принятых на Западе, для отечественной социальной работы стала характерной схема управления, при которой все рычаги воздействия на эту сферу находятся в руках государства. Государство организует социальные службы, финансирует их, готовит социальных работников в высших учебных заведениях. Социальная работа нуждается в притоке извне свежих интеллектуальных сил, трудовых и финансовых ресурсов.

Раздел ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

КОМПЕТЕНЦИИ ПЕРСОНАЛА КАК ОБЪЕКТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Вотякова И.В.
СТИ НИЯУ МИФИ, 636036, Северск Томской области,
просп. Коммунистический, 65
e-mail: vivkart3h@yandex.ru

Развитие кадрового потенциала в аспекте компетенции персонала предприятия должно опираться на демонстрацию профессиональных навыков.

Управление компетенцией персонала в современной экономике включает ее приобретение, стимулирование и развитие.

Перемены, происходящие в нашей стране, означают, что переход к качественно новому состоянию общества начался. Реформы все глубже захватывают различные стороны нашей жизни: обновляются методы хозяйствования, стиль работы, кадры. Необходимо закрепить и развить дальше позитивные перемены в ускорении темпов, в усилении интенсивных факторов экономического роста. Для этого важно внедрять новые методы управления и хозяйствования, активизировать человеческие ресурсы с тем, чтобы способности людей раскрылись полнее и были использованы с большей пользой и эффективностью. При управлении инновационным развитием кадрового потенциала современного prelприятия, в качестве объектов совершенствования кадрового потенциала, начинают выступать *компетенция и мобильность* персонала.

Быстро увеличивающаяся научно-техническая вооруженность работников приводит в действие все большую и большую массу дорогостоящих средств производства, перенося их стоимость на создаваемый продукт. Цена ответственного поведения работника, зависящая от уровня его квалификации и интеллекта, эмоциональной зрелости и психического состояния возрастает при этом во много раз. Общество попадает в зависимость от личных качеств рабочих, предпринимателей, менеджеров и инженерно-технических работников, от их компетенции, честности, порядочности, преданности общим интересам.

Термин *«компетенция»* впервые введен в научный оборот В. Максвеллом в 1982г. и представляет собой «рациональное сочетание знаний и способностей, которыми обладает персонал данной организацией, рассматриваемых на небольшом промежутке времени» [1].

В 1988 г. правительством Великобритании был основан Национальный совет по профессиональной квалификации. Его целью была

разработка и претворение в жизнь всеобъемлющей системы профессиональной квалификации в Англии, Уэльсе и Северной Ирландии. Совет создал единую систему квалификационных уровней, соответствующую запросам работодателей в различных сферах бизнеса. Главные цели классификатора состоят в том, чтобы «предоставить последовательную классификацию уровней компетентности и помочь в продвижении и переходе как в рамках одного уровня, так и между разными уровнями». Соответственно, выделяется пять уровней компетентности в решении ряда любых задач.

1 уровень компетенции – способность решать различные рабочие задачи, по большей части стандартные и предсказуемые;

2 уровень компетенции - способность решать широкий круг различных задач в различном контексте;

3 уровень компетенции - способность решать широкий круг различных задач в очень широком контексте;

4 уровень компетенции - способность решать широкий круг сложных технических или профессиональных задач в самом широком контексте;

5 уровень компетенции - способность к применению набора фундаментальных принципов и комплексных методик в широком и часто непредсказуемом контексте.

Основная компетентность — это комплекс знаний, умений и технологий, глубоко скрытый (потенциально заложенный) на предприятии. Носителями основной компетентности, несомненно, являются сотрудники. Поэтому японские менеджеры считают, что если осью инновационного развития кадрового потенциала предприятия сделать принцип «основной компетентности», то предприятиям удастся осуществить будущие революционные изменения всей системы управления и построения трудового процесса.

Управление компетенцией в рамках развития кадрового потенциала представляет собой процесс сравнения потребностей предприятия с наличными ресурсами и выбор форм воздействия для приведения их в соответствие. В данном случае под потребностью предприятия понимается необходимый количественный и качественный состав персонала, определяемый в соответствии с выбранной стратегией развития предприятия, а под ресурсами — ее работники с достигнутым уровнем компетенции, желаниями, мотивациями, устремлениями. Результатом сравнения потребностей и ресурсов предприятия могут оказаться перестановки, передвижения, набор, обучение и т.д. С точки зрения японских специалистов по менеджменту, через объединение взглядов, мнений и творческих возможностей работающих на предприятии специалистов, развивается кадровый потенциал и каждого сотрудника, что, в конечном счете, превращается в компетентность всего предприятия в целом.

Управление компетенцией на уровне предприятия включает выполнение следующих операций:

- оценка имеющихся ресурсов (по составляющим компетенции), а также возможностей, знаний, навыков персонала предприятия;
- оценка потребностей организации в персонале в соответствии с целями, задачами организации, выбранной ею стратегией на ближайшие годы;
- сопоставление ресурсов и потребностей.

На основе получения соответствующих данных определяется:

- какое количество персонала соответствует выбранной стратегии и его не надо переучивать;
- какое количество персонала надо переучивать (доучивать) в связи с изменением стратегии предприятия;
- какое количество работников придется нанять (уволить) для успешной реализации поставленных задач.

Управление компетенцией на уровне личности состоит в оценке индивидом своих возможностей в соответствии с требованиями должности. Такая оценка позволяет индивиду активизировать полученные им ранее знания и навыки. Он формирует цель своей деятельности на выбранной должности, принимает для себя решение: соответствует его компетенция требованиям должности или необходимо дополнительное обучение.

Управление компетенцией персонала включает ее приобретение, стимулирование и развитие.

Приобретение компетенции. Выявление потребностей предприятия в соответствующей компетенции предполагает внедрение системы прогнозирования человеческих ресурсов, назначение которой в том, чтобы определить в качественном и количественном выражении потребность в компетенции предприятия на предстоящий период (часто на 5 лет). Вместе с тем для прогнозирования своих потребностей предприятие должно располагать четким описанием своих должностей и всех функций, выполняемых для реализации поставленных задач, определить необходимый состав компетенций под каждую из должностей, провести анализ взаимосвязи между должностями по составляющим компетенции. Только после внедрения необходимых методов и процедур предприятие сможет начать процесс приобретения компетенции либо за счет передвижения специалистов («внутреннего приема»), либо за счет их приема со стороны.

Стимулирование компетенции. Приобретенная компетенция не принесет никакой пользы, если персонал не заинтересован реализовать ее с максимальной отдачей (эффективностью).

Развитие компетенции. Достаточно часто развитие компетенции оказывается синонимом осуществляемого предприятиями

профессионального обучения. Вместе с тем практика внутреннего передвижения персонала на предприятии и управления карьерой позволяет службам управления персоналом структурировать развитие компетенции.

Отслеживание инновационного развития кадрового потенциала предприятий подтверждает, что для достижения в отечественном производстве высшего мирового уровня производительности труда соблюдения только вышеперечисленных требований в настоящее время уже недостаточно. Поэтому, как нам представляется, за критерий высокой квалификации подготавливаемых рабочих и специалистов следует принять два взаимосвязанных показателя: максимальную производительность труда (ПТ) и высокое качество работы (КР). При достижении требуемого качества продукции основным показателем уровня квалификации рабочих будет служить производительность их труда. Только высококвалифицированный рабочий, независимо от способа подготовки (в системе профессионально-технического образования или непосредственно на производстве) и компетентный специалист могут трудиться высокопроизводительно и качественно.

$$ПТ \xrightarrow{КР\uparrow} \max$$

$$КР \xrightarrow{ПТ\uparrow} \max$$

Предлагаемый критерий, с точки зрения развития кадрового потенциала предприятия, на наш взгляд, соответствует как общим методологическим, так и многим конкретным практическим требованиям современного производства к кадрам.

Во-первых, исходя из методологических требований, предложенный критерий будет ориентировать на реальное осуществление всех вышерассмотренных задач в сферах экономической, социальной, политической и духовной жизни.

Во-вторых, следуя практическим требованиям материального и нематериального производства, система профессионально-технического образования будет готовить высококвалифицированных рабочих, способных обеспечить кардинальное повышение производительности труда и экономию материальных ресурсов.

В-третьих, система высшего образования будет готовить специалистов, компетенции которых устраивает работодателей.

В-четвертых, он может служить интегральной оценкой деятельности кадрового потенциала как системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Десслер Г. Управление персоналом. // Пер с англ. М.: «БИНОМ», 2010.-377 с.

ИННОВАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА: ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

Вотякова И.В., Карташов Е.Ю.
СТИ НИЯУ МИФИ, 636036, Северск Томской области,
пр. Коммунистический, 65, e-mail: vivkart3h@yandex.ru

Серьезной задачей на ближайшую перспективу для российской экономической системы является создание такой инфраструктуры инновационной деятельности, которая позволяет обеспечить необходимый баланс ресурсов инновационных предприятий.

Инновационная инфраструктура представляет собой совокупность взаимосвязанных общественных и производственных институтов (технологических и организационно - управляющих систем, предпринимательских структур, научно-исследовательских организации, высших учебных заведений, отдельных ученых и изобретателей), необходимых и достаточных для эффективного осуществления инновационной деятельности и реализации инновации.

Важнейшей характеристикой инновационной инфраструктуры является ее функциональная достаточность (полнота), предполагающая наличие таких свойств, которые должны способствовать в полной мере реализации инновации в масштабах национальной экономики, региона, отдельных предпринимательских структур. Подобная полнота может быть достигнута лишь при формировании рациональной и эффективной национальной инновационной системы, построение которой входит сегодня в число приоритетных направлений государственной политики.

Основной задачей инфраструктуры инновационной деятельности является содействие решению проблем. В настоящее время существует довольно разветвленная сеть организаций, способствующих развитию инновационной деятельности, указанных в таблице 1. Следует сразу отметить, что объекты инновационной инфраструктуры могут решать лишь часть проблем и успешное развитие инновационной деятельности не может быть поставлено исключительно в зависимость от наличия или количества соответствующих объектов инфраструктуры.

Охарактеризуем роль отдельных элементов инфраструктуры и проблемы их развития, а также необходимые для этого меры.

✓ Технологическая инфраструктура.

Призвана создать условия для доступа предприятий (прежде всего малых) к производственным ресурсам. Сюда относятся технопарки и Инновационно-технологические центры, которые в основном обеспечивают доступ к производственным площадям, и Инновационно-технологические комплексы, дополнительно обеспечивающие также доступ к производственным мощностям.

✓ Консалтинговая инфраструктура.

Важность этой структуры для обеспечения инновационной деятельности заключается в том, что инновационная деятельность имеет много специфических особенностей, знание которых приобретаются только с практическим опытом. Создание малых инновационных предприятий (МИП) "непрофессиональными" менеджерами приводит к тому, что выживаемость таких предприятий обычно бывает невысока.

Таблица 1.

Общая схема инновационной инфраструктуры

Производственно-технологическая составляющая	**Консалтинговая составляющая**	**Финансовая составляющая**	**Кадровая составляющая**	**Информационная составляющая**	**Сбытовая составляющая**
Инновационно-технологические центры и технопарки	Центры трансфера технологий	Бюджетные средства	Повышение квалификации персонала в области инноваций	Государственная система научно-технической информации	Внешне-торговые объединения
Инновационно-промышленные комплексы	Консалтинг в сфере экономики и финансов	Бюджетные и внебюджетные фонды технологического развития	Подготовка специалистов в области технологического и научного менеджмента	Ресурсы структур поддержки малого бизнеса	Специализированные посреднические фирмы
Технологические кластеры	Технологический консалтинг	Венчурные фонды		Региональные информационные сети	Интернет
Технико-внедренческие зоны	Маркетинговый консалтинг	Посевные и стартовые фонды		Интернет	Выставки
Центры коллективного пользования высоко-технологичным оборудованием	Консалтинг в области внешне-экономической деятельности	Гарантийные структуры и фонды			

✓ Инфраструктура подготовки кадров.

Если более подробно рассмотреть проблемы подготовки кадров, то следует отметить целый комплекс проблем в этой области. Как отмечалось выше, нарастают проблемы с кадрами, обеспечивающими исследования и разработки, остро стоит проблема нехватки среднего технического персонала и квалифицированных рабочих.

✓ Финансовая инфраструктура.

По следующей группе предприятий инновационной инфраструктуры идет наиболее оживленная дискуссия - это структуры, обеспечивающие доступ инновационных предприятий (как крупных, так и малых) к

финансовым ресурсам. В настоящее время существует довольно много финансовых инструментов, однако статистические исследования показывают, что основным источником финансирования развития инновационных промышленных предприятий являются их собственные средства.

✓ Сбытовая инфраструктура.

Одним из ключевых факторов конкурентоспособности современного предприятия является развитая сбытовая система. В силу объективных причин, связанных с историей развития российских предприятий, большинство из них не обладает кадрами и навыками в области сбыта наукоемкой продукции.

Ключевые проблемы развития инновационной инфраструктуры:

- существующая инновационная инфраструктура не обеспечивает сбалансированного доступа к различным ресурсам (активам) и услугам для участников инновационного процесса, что ограничивает коммерциализацию результатов научно-технической деятельности;
- сектор новых инновационных компаний является основным источником нововведений, однако развитие инновационной инфраструктуры не вполне адекватно реальным проблемам развития инновационного малого и среднего предпринимательства (МСП) - государственная система поддержки МСП до недавнего времени была недостаточно ориентирована на нужды инновационного сегмента малого предпринимательства;
- малые и средние инновационные фирмы недостаточно интегрированы в цепочки формирования стоимости, как следствие - неразвита кооперационная сеть «наука и образование – инновационный малый и средний бизнес – крупный бизнес», что препятствует распространению знаний из сектора исследований и разработок и их капитализации в российской экономике;
- важнейшую роль в инновационном процессе играют не только сами субъекты, но и отношения между ними. Однако в настоящее время плохо развиты институты, стимулирующие связи между научными, учебными организациями и инновационными фирмами, между крупными компаниями и малыми и средними предприятиями;
- низкая эффективность инновационной деятельности обусловлена неразвитостью (нерациональностью) существующих институтов (правил, законов), регулирующих экономические отношения в инновационной сфере. Институты в инновационной сфере не обеспечивают цивилизованное и гармонизированное в рамках глобальной экономики функционирование четырех конкурентных рынков:

- интеллектуальных активов;
- инновационного капитала;

- инновационной продукции;
- услуг по поддержке инновационной деятельности.

Анализ состояния инновационной инфраструктуры позволяет сделать вывод о том, что существуют серьезные дисбалансы в создании организаций инфраструктуры. Если по части направлений существует достаточно развитая система, то по другим работа практически не начата.

Основными путями решения развития ключевой составляющей инновационной инфраструктуры (производственно - технологической), на наш взгляд, являются:

- ✓ Содействие развитию сети технопарков в составе крупных вузов и научных организаций, либо в качестве отдельных юридических лиц.
- ✓ Разработка нормативных правовых основ и механизмов передачи основных фондов из вузов или научных организаций технопаркам, инновационно-технологическим центрам, бизнес-инкубаторам.
- ✓ Разработка нормативно-методической базы для определения статуса основных элементов инновационной инфраструктуры (прежде всего, технопарков, бизнес-инкубаторов), использующих государственное имущество для осуществления своей деятельности, включая установление критериев их создания.
- ✓ Развитие сети центров трансфера технологий, включая решение проблем их бюджетного финансирования и совершенствование деятельности в области патентования, поиска инвесторов, обеспечения охраны прав на интеллектуальную собственность и т.п.
- ✓ Развитие системы финансовой аренды (лизинга) уникального научного, технологического и производственного оборудования для целей формирования сети центров коллективного пользования.
- ✓ Государственная поддержка создания и функционирования инжиниринговых центров.
- ✓ Совершенствование системы управления элементами производственно-технологической инфраструктуры. Обеспечение эффективности взаимодействия федеральных, региональных и муниципальных органов власти при обеспечении функционирования элементов инновационной инфраструктуры.

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В АНАЛИЗЕ РЫНКА ТРУДА И ЗАНЯТОСТИ

Михеенко С.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail:smihenko@yandex.ru

Исторически проблемы рынка труда и занятости разрабатывались в рамках экономической теории, здесь же закладывались основы научного понятийного аппарата изучаемой проблемы. В основе их типологии лежат различия в методах анализа, понимании предмета и задач исследования.

Для традиционного общества проблем занятости и безработицы не существовало. Включенность в процесс общественного труда решалась внеэкономическими и принудительными методами («власть традиции» и «дисциплина палки»). Излишка рабочей силы тогда не существовало, а сам труд рассматривался как удел низших слоев общества – рабов.

Еще в *Средневековье* разделяли понятие «работа», что соотносилось с деятельностью ремесленников и мастеровых, и «труд», что носило негативный оттенок. Эти понятия осмыслялись в рамках философских теорий и концепций, отражавших проблемы видов или форм занятости – высших и низших, «благородных» и «простолюдинских».

Эпоха раннего капитализма не внесла перемен в логику раздельного освещения проблем рынка труда, занятости и безработицы. В XIX веке безработица была представлена как резервная армия рабочей силы.

Но настоящий переворот в представлениях по проблемам занятости и безработицы произошел *во времена промышленной революции* с появлением массовых рабочих профессий, индустриализацией и урбанизацией общества, когда занятость из преимущественно частной (индивидуальной, семейной) проблемы превратилась в общественную. Занятость стала рассматриваться как один из аспектов функционирования экономического и обслуживающих ее рынков (в первую очередь рынка труда), а безработица как незанятость рабочей силы.

Главная особенность *индустриального типа общества* – изучение проблем занятости в рамках анализа наемного труда, определение цены и условий занятости рабочей силы, анализа причин и последствий безработицы. *Для постиндустриального развития* характерно обладание многими профессиями при постоянном обучении новым профессиям в различных сферах; мобильность не только в пределах рынка труда (от одного работодателя к другому), но в выборе различных областей и форм занятости (наемный труд, самозанятость, предпринимательство).

Истоки научного понимания рынка труда и трудовых отношений восходят к основоположникам *классической политэкономии* - *У.Петти,*

Ф.Кёнэ, А.Смиту, Д Рикардо, С.Сисмонди, Ж.Б. Сэю, Дж Миллю.

Классики полагают, что в условиях совершенной конкуренции рынок труда могут успешно регулировать цена и заработная плата, которые, провоцируя сокращение расходов, предотвратят уменьшение реального объема выпуска, занятости и доходов. *Классическая концепция занятости* исходит из того, что рынок способен обеспечить полное использование ресурсов рабочей силы и на этой основе – полную занятость – состояние экономики, когда любой желающий может найти работу, т. е. отсутствие вынужденной безработицы. Эта концепция предполагает существование добровольной безработицы: какая-то часть людей добровольно отказываются от поиска работы. Вмешательство государства в экономику и в проблемы рынка труда для классиков не только не нужно, но и вредно, так как благодаря гибкости реальной заработной платы рынок труда всегда сам возвращается к состоянию равновесия.

А.Смит отмечал неопределённость рынка труда и различия в положении работников и работодателей. Как и *Д. Рикардо* он считал, что труд является единственным всеобщим и точным мерилом стоимости.

Д. Рикардо ввёл понятие «естественная цена труда», соответствующая физиологическому минимуму для нормального воспроизводства работников. Он обосновал обратно пропорциональную зависимость между заработной платой работников и прибылью предпринимателей.

Уильям Петти первым сформулировал классический тезис, что богатство нации создается во всех сферах материального производства, и труд – основа данного богатства. Широко известно высказывание Петти: "Труд есть отец и активный принцип богатства, а земля – его мать".

Исторически одни из первых разработок проблем рынка труда проведены в русле *марксистского подхода (К. Маркс, Ф. Энгельс, представители русской экономической школы — Г.А.Лопатин, Н.И.Зибер),* хотя самое раннее демографическое объяснение причин безработицы было дано *Т. Мальтусом (1766-1834) в труде "Опыт о законе народонаселения".*

В *марксистской экономической теории* рынок труда определяется как рынок особого рода, поскольку сама рабочая сила, как субъективный фактор производства, будучи товаром, в то же время активно влияет на соотношение спроса и предложения и на свою рыночную цену.

Безработица по К.Марксу – это *«промышленная резервная армия» или «избыточное рабочее население».* К. Маркс полагал, что основная причина безработицы – рост органического строения капитала: с техническим прогрессом возрастает капиталовооруженность труда, т.е. стоимость средств производства, приходящихся на одного работника. Отсюда – незанятый потенциал рабочей силы, т.е. *«относительное перенаселение»,* или промышленная резервная армия на рынке труда. Спрос же на рабочую силу определяется стремлением капиталиста к экономически целесообразному сочетанию элементов производства. Наряду с этим

К.Маркс отмечал, что спрос на труд испытывает влияние цикличности рыночной экономики, т.е. безработица предстает в виде неизбежного порока капиталистического общества. Отсюда следует вывод: чтобы избавиться от безработицы, необходимо изменить общественный строй.

В конце 20-х – начале 30-х годов XX в. разразилась Великой Депрессии, когда в мире господствовал экономический кризис, сопровождавшийся масштабной и продолжительной вынужденной безработицей. Даже соглашаясь на низкие ставки оплаты, безработные не могли найти работу. Это не находило объяснения в рамках классической теории занятости, и возникла *кейнсианская экономическая школа*.

Эту концепцию отличают от классической две основополагающие идеи: во-первых, существует не один, а несколько равновесных уровней реального дохода и занятости; во-вторых, равновесный уровень занятости определяется не конкуренцией на рынке труда, а уровнем дохода, который, в свою очередь, зависит от совокупного спроса на товары и услуги.

Дж. Кейнс к двум классическим формам безработицы (фрикционная и добровольная) добавил третью – “вынужденную”, когда совокупное предложение труда работников, готовых работать за существующую денежную заработную плату, превышает существующий объем занятости.

В своей работе *«Общая теория занятости, процента и денег» Дж.Кейнс* отрицает обратную зависимость занятости и заработной платы. Основным постулатом кейнсианства является положение о том, что в рыночной экономике не существует автоматического механизма, обеспечивающего полную занятость. Наоборот, колебания безработицы и инфляции обусловлены отсутствием синхронности в процессе принятия экономических решений, в частности, по сбережениям и инвестициям.

Дж. Кейнс разработал теорию *равновесного рынка труда* в условиях *неполной занятости*. Он отрицал эластичность заработной платы и цен, доказывая, что деятельность профсоюзов, препятствующих снижению заработной платы, делают её "неподатливой". Кейнсианский подход допускает неравновесие на рынке труда, которое может сохраняться в течение длительного времени. Соответственно, и цена труда может отличаться от равновесной, что объясняется общей негибкостью цен в экономике. Согласно кейнсианской теории, рынок труда приходит в равновесие с нулевой безработицей, но медленнее прочих рынков.

По Кейнсу, понижение заработной платы влияет на экономику через "предельную склонность к потреблению" и "предельную эффективность капитала". Поэтому Кейнс был противником снижения заработной платы, считая, что её сокращение приведет к перераспределению доходов в пользу рантье и предпринимателей, а не к росту занятости. Для Дж.Кейнса, рынок труда – инертная система, где цена рабочей силы достаточно жестко фиксирована. Основные параметры занятости – уровень занятости и безработицы, спрос на труд, уровень реальной зарплаты –

устанавливаются не на рынке труда, а определяются размером эффективного спроса на рынке потребительских и инвестиционных товаров. Наличие вынужденной безработицы обусловлено недостатком совокупного эффективного спроса. Государство, стимулируя совокупный спрос, способствует росту занятости и снижению безработицы.

Проблему занятости Дж.Кейнс рассматривает с позиции интересов и рабочих, и предпринимателей, выступая за сокращение уровня безработицы на основе роста спроса, и одновременно – за поддержание "нормального" уровня безработицы для максимальной прибыли.

Дж. Кейнс рассмотрел взаимодействие безработицы и международной торговли, считая, что, если народы научатся обеспечивать полную занятость с помощью внутренней политики, то это переложит проблему безработицы на плечи соседа, оказавшегося самым слабым в борьбе.

Идеи теории занятости Дж. Кейнса были продолжены и развиты многочисленными последователями: *Е. Домаром, Р. Харродом, Дж. Робинсон, У. Бевериджем, Р. Солоу, Д. Стрейчи, А. Хансеном* и др.

Неоклассическая концепция занятости связана с именами А. Маршалла, Дж. Б. Кларка, А. Пигу, которые перенесли центр тяжести в исследовании общественного труда на сферу обращения и на рынок труда.

Как известно, основатель неоклассической школы *А.Маршалл* выделил предпринимательскую услугу как еще один фактор производства. Соответственно рынок труда – это рынок одного лишь фактора производства, а труд является товаром, объектом купли-продажи.

Меновая концепция занятости – это теория экономического равновесия, примененная к рынку труда. В основе меновой концепции занятости лежит неоклассическая теория общего экономического равновесия, разработанная *Л.Вальрасом и В.Парето.*

Последователь А.Маршалла – *А.Пигу* считал, что причиной безработицы является жесткость, высокий уровень и неэластичность, заработной платы, чрезмерные требования работников к оплате труда. Для повышения занятости необходимо уменьшить заработную плату, что снизит издержки производства и позволит нанимать дополнительных работников. В свою очередь низкие издержки создадут возможность снижения цен на товары, роста покупательной способности, увеличения объемов производства и реализации, а также занятости населения.

А. Пигу использовал *понятие «добровольная безработица»,* согласно которой безработица является результатом нежелания рабочих работать за «нормальную», «естественную» заработную плату, соответствующую фактическому соотношению спроса и предложения на рынке труда.

Неоклассическая теория видит причины долгой, устойчивой безработицы в действии внерыночных факторов, снижающих гибкость реальной ставки заработной платы: долгосрочность трудовых договоров и фиксация в них ставок заработной платы; деятельность профсоюзов,

направленная на повышение ставок заработной платы, лоббирование жесткого иммиграционного законодательства, законов о максимальном рабочем времени; государственное регулирование в виде индексации денежных доходов населения и установления минимума заработной платы.

Современная неоклассическая школа представлена трудами *Д.Гилдера, А.Лаффера, М.Фелдстайна, Р.Холла, С. Бриттана, П. Самуэльсона, Д. Ванниски* и др. За основу ее взяты положения классической теории *А.Смита.* В соответствии с данной концепцией рынок труда – это внутренне неоднородная, чрезвычайно динамичная система, главным регулятором которой выступает цена рабочей силы, а важнейшей закономерностью – обратно пропорциональная зависимость между уровнем заработной платы и величиной занятости: чем ниже заработная плата, тем выше занятость и наоборот. Неоклассики исходят из того, что именно рынок труда определяет производство; цены на рынке труда абсолютно гибкие; на всех рынках существует совершенная конкуренция; цена на рабочую силу устанавливается автоматически на рынке; безработица, если и возможна, то лишь в качестве добровольной.

Кроме того, равновесный уровень реальной заработной платы в неоклассической модели рынка труда является эффективным, т.е. складывается *эффективная занятость*. Неоклассики против установления государством минимальной заработной платы и деятельности профсоюзов, трактуя это как «несовершенство» рынка. Они полагают, что рынок труда способен к саморегулированию и остается равновесным в долгосрочном периоде в условиях *полной занятости*. Поэтому правительство должно проводить политику невмешательства в механизм рынка труда.

Теория неоклассического синтеза (П. Самуэльсон, 1955) – синтез классических и кейнсианских идей, где разработаны модели спроса и предложения на рынке труда, учитывающие влияния на решения участников трудовых отношений налогов, социальной помощи, условий труда, трудовой мобильности и дискриминации, деятельность профсоюзов.

В 1980-е годы была создана теория человеческого капитала (её основоположники - Г. Беккер, Дж. Минсер и Т. Щульц), исследовавшая новые аспекты экономики труда, связанные с качеством рабочей силы. Инвестиции в образование и квалификацию (*в человеческий капитал*) – это аналоги инвестиций в машины и оборудование. Согласно *маржинальной концепции* индивид «инвестирует в квалификацию» до тех пор, пока не понижается норма прибыли на эти вложения.

Монетаристы (М. Фридмен, Э. Фелпс, Ф. Кейген, Д. Майзелман, К. Бруннер, А. Мельтцер и др.) рассматривают безработицу как следствие деформации, негибкости и неоднородности рынка труда. По их мнению, рынок труда состоит из многих специализированных рынков: региональных, отраслевых, профессиональных. Равновесие сразу на всех рынках невозможно. Рабочая сила не может мгновенно перетекать из

трудоизбыточных отраслей и регионов в трудодефицитные, из одной профессиональной группы - в другую. Негибкости, инерционности рынка труда способствуют профсоюзы, препятствующие падению ставки заработной платы на трудоизбыточных рынках и соответственно перетеканию рабочей силы на рынки, где есть избыточный спрос на нее.

М.Фридмен обосновал концепцию *естественного уровня (нормы) безработицы.* Она представляет собой длительный устойчивый уровень фрикционной и структурной безработицы при отсутствии циклической – равновесное состояние рынка труда, когда численность ищущих работу совпадает с количеством вакансий. Другими словами, возникает ситуация полной занятости. Следовательно, под полной занятостью понимается не 100% занятость, а занятость при естественном уровне безработицы.

Отсутствие информации о наличии вакантных рабочих мест и безработных углубляет неравновесие на рынке труда, и рассматривается монетаристами как отрицательные факторы рынка занятости. *М. Фридман* утверждает, что в долгосрочном периоде не существует связи между уровнем занятости и инфляцией. Монетаристы исходят из того, что занятость связана лишь с краткосрочной непредвиденной инфляцией, поскольку она отклоняет текущий уровень безработицы от естественного.

По мнению известных *монетаристов: М. Фридмана, Т. Саржента, и Р. Люкса-младшего*, снизить естественный уровень безработицы с помощью государственного регулирования можно только сокращением расходов на социальные программы и жесткой финансово-бюджетной политикой, а установление минимальных ставок заработной платы и укрепления позиций профсоюзов неизбежно содействует росту инфляции. *Монетаристы* обвиняют рабочих в том, что те воздерживаются от работы и получают компенсацию в виде пособий. Отсюда рекомендации – отменить эти пособия, чтобы заставить людей работать.

Начиная с 1960-1970-х гг., по мнению *институционалистов, таких как: Т. Веблен (1857-1929), Дж. Данлоп (1840-1921), Дж. Коммонс (1862-1945), Дж. Гэлбрейт (1908-2006),* рынок труда представляет собой площадку ведения переговоров между предпринимателями и работниками.

Институционалисты (Данлоп, Деренгер, Гордон, Пайор, Лидбитер, Грановеттер, Аткинсон) ввели понятия кластеров рабочих мест, заложили основу для *теории сегментации рынков труда. Кластерная концепция Данлопа* против единого рынка труда со свободным переливом рабочей силы и единой оплатой труда, считая, что между профессиями, отраслями и регионами сохраняются устойчивые различия в зарплате, а регулятор трудового поведения – не только оплата труда, но условия и содержание труда, а также деятельность профсоюзов и государства на рынке занятости.

Эти положения в начале 70-х годов получили дальнейшее развитие в *концепции сегментированного рынка труда П. Дерингера и М. Пиоре (Doeringer, Piore, 1971*), согласно которой, наряду с внешним рынком

труда в крупных фирмах создаются свои внутренние рынки труда, которые являются относительно автономными и не зависят от колебаний внешнего конкурентного рынка, т.к. условия и оплаты труда на них регулируются устойчивыми административными правилами, обычаями, нормами, стандартами. Позднее появляется *концепции двойственного рынка труда*, где выделены "первичный" и "вторичный" сегменты рынка труда. Первую группу составляют занятые на постоянной работе полный рабочий день и неделю, имеющие гарантированное рабочее место, высокий уровень социальной защищенности и оплату труда выше равновесного уровня. Ко второй – работающие по краткосрочным договорам и неполное рабочее время, с более низкой оплатой труда и отсутствием социальных льгот.

Выделяют *контрактную теорию занятости М. Бейли, Д. Гордона и К. Азариадиса (Bailey, 1971),* получившую распространение в середине 1970-х годов и утверждавшую, что между предпринимателями и рабочими возникают договорные соглашения – "*имплицитный контракт*", который соблюдается ими потому, что это экономически обоюдно выгодно. В настоящее время *контрактная теория занятост*и является одной из теоретических основ механизма функционирования рынка труда, поскольку наряду с минимизацией риска она фиксирует долговременный характер отношений между работниками и предпринимателями.

В конце 70-х годов получает широкое распространение *концепция гибкого рынка труда (Р. Буае, Г. Стендинг*). Понятие *гибкости рынка труда* определяется как способность адекватно реагировать на изменения цен, спроса и предложения рабочей силы, проявляющееся в изменении цены, качества и количества рабочей силы (*Standing*, 1986) за счет: многообразия и гибкости форм найма, увольнения работников и форм занятости; установления подвижного режима работы с ненормируемым рабочим днем; гибкости в регулировании заработной платы, методов и форм соцзащиты работников, а также адаптирования объема, структуры, качества и цены рабочей силы к колебаниям на рынке труда.

Все представители институционалистского подхода признают наличие противоречий на рынке труда из-за особенностей отдельных отраслей, профессиональных, социальных, отраслевых, половозрастных, этнических и других различий в структуре рабочей силы и соответствующей ей заработной платы, разрешить которые можно путем совершенствования практики заключения коллективных договоров по поводу условий и оплаты труда и усиления социального контроля.

ТЕОРИЯ ЗАНЯТОСТИ ГЛАЗАМИ ИНСТИТУЦИОНАЛИСТОВ

Михеенко С.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail:smihenko@yandex.ru

В статье исследуются различные подходы в анализе рынка труда и занятости с позиции институциональной экономической теории. Всё многообразие исследований представителей школы институционалистов в рамках теории занятости объединяет идея влияния общественных и политических институтов на рынок труда, а также вывод о необходимости усиления социального контроля над экономикой.

Начиная с 1960-1970-х гг., проблемы рынка труда и теория занятости активно исследуются с позиций *институциональной экономической теории*, рассматривающей экономическую систему через призму категории "институт".

По мнению таких *институционалистов, как: Т. Веблен (1857-1929), Дж. Данлоп (1840-1921), Дж. Коммонс (1862-1945), Дж. Гэлбрейт (1908-2006),* рынок труда представляет собой площадку ведения переговоров между предпринимателями и работниками.

Институционалисты признают наличие социальных противоречий на рынке труда, столкновение интересов продавцов и покупателей рабочей силы, безработицу как негативное явление. Разрешить эти противоречия, по их мнению, можно лишь путем усиления социального контроля, совершенствования практики заключения коллективных договоров между предпринимателями и профсоюзами по поводу условий и оплаты труда.

Это направление отходит от макроэкономического анализа и стремится объяснить имеющиеся на рынке труда несоответствия особенностями динамики отдельных отраслей, профессиональных, социальных, отраслевых, половозрастных, этнических и других различий в структуре рабочей силы и соответствующих уровней заработной платы.

Представители институционалистского подхода поставили под сомнение существование конкурентного рынка труда, рациональность поведения индивида, автоматическое достижение оптимального состояния экономической системы. Они критически относятся к выдвинутым классической экономической школой положения об однородности рынка труда и открытости отношений занятости.

Институционалисты (Данлоп, Деренгер, Гордон, Пайор, Лидбитер, Грановеттер, Аткинсон) ввели в экономическую теорию понятия кластеров рабочих мест, заложили основу для *теории сегментации рынков труда.*

Кластерная концепция рынка труда Данлопа характеризуется объединением однородных рабочих мест на внутри и межфирменном уровнях в кластеры. В каждом кластере складывается свой уровень оплаты и присущие только ему специфические производственные отношения. Эта теория опровергает существование единого рынка труда со свободным переливом рабочей силы и единой оплатой труда. Концепция доказывает, что между профессиями, предприятиями, отраслями и регионами сохраняются устойчивые различия в оплате труда, а регулятором трудового поведения является не только уровень заработной платы, но условия и содержание труда, а профсоюзы и государство оказывают влияние на развитие рынка труда.

Эти положения в начале 70-х годов получили дальнейшее развитие в *концепции П. Дерингера и М. Пиоре (Doeringer, Piore, 1971*), согласно которой наряду с внешним рынком труда, подобным конкурентному рынку, на крупных предприятиях создаются свои внутренние рынки труда. Авторы данной теории полагают, что внутренние рынки труда в значительной степени являются относительно автономными и не зависят от колебаний внешнего конкурентного рынка, так как условия труда и оплаты на них регулируются достаточно устойчивыми 9административными правилами, обычаями, нормами, стандартами. Появление таких, относительно самостоятельных внутренних рынков труда обусловлено как спецификой квалификации, требуемой для данного производства, так и необходимостью профессиональной подготовки непосредственно на рабочих местах.

Развитие *теории сегментированного рынка труда* привело Дерингера и Пиоре к созданию *концепции двойственного рынка труда*. Суть этой концепции заключается в выделении "первичного" и "вторичного" сегментов, разделяющие занятых на две большие группы. Первую группу составляют работники, занятые на постоянной работе полный рабочий день и полную рабочую неделю, имеющие фактически гарантированное рабочее место, оплату труда выше равновесного уровня и высокий уровень социальной защищенности. Ко второй группе относятся занятые по краткосрочным договорам, работающие неполное время, с более низкой оплатой труда, без гарантий сохранения места в периоды экономического спада, отсутствием социальных льгот, предоставляемых предприятием основной группе работников. Эти две группы образуют, соответственно, первичный и вторичный рынки труда, между которыми существуют жесткие институциональные барьеры, препятствующие проникновению аутсайдеров на первичный рынок труда.

Нельзя не отметить в системе концепций институционализма *контрактную теорию занятости М. Бейли, Д. Гордона и К. Азариадиса (Bailey, 1971),* получившую распространение в середине 1970-х годов.

Отличительная особенность этой теории состояла в том, что её представители попытались синтезировать основополагающие постулаты неоклассической и кейнсианской теории. С одной стороны, в структуру этой теории был включен кейнсианский тезис о жесткости денежной заработной платы, а значит, предполагалось, что спрос на рабочую силу регулируется не колебаниями рыночных цен на рабочую силу, а совокупным спросом, то есть объемом производства. Но, с другой стороны, сама эта жесткость выводилась из рационального поведения людей, действующих исключительно в своих собственных экономических интересах.

В основе данной теории лежит положение о том, что предприниматели и рабочие вступают между собой в долгосрочные договорные отношения. Между работниками и предпринимателями возникает соглашение – "имплицитный контракт", который соблюдается ими не потому, что этого требует юридический договор, а потому, что это экономически обоюдно выгодно. И работники, имеющие специальную профессиональную подготовку, и работодатели заинтересованы в том, чтобы их отношения были достаточно устойчивыми и продолжительными.

Фирма в период спада производства не снижает оплату труда, а в период подъема резко не повышает оплату труда квалифицированным работникам. Этим достигается более равномерное и плавное изменение уровня заработной платы в определенных границах. Динамика денежной заработной платы оказывается сглаженной. Таким образом, фиксированная заработная плата и длительный срок работы на одном месте объясняется оптимально структурированными и рациональными работодателями и работниками. В результате долговременный и устойчивый характер контрактных отношений между предпринимателями и работниками позволяет не только сохранить квалифицированных работников в условиях кризиса, но и значительно уменьшить риски рынка.

В настоящее время *контрактная теория занятост*и является одной из теоретических основ механизма функционирования рынка труда, поскольку наряду с минимизацией риска она фиксирует долговременный характер отношений купли-продажи между работниками и предпринимателями.

В конце 70-х годов в экономике развитых стран начали происходить фундаментальные структурные изменения, связанные с научно-техническим прогрессом, использованием компьютерных и информационных технологий, производством информационных или индивидуализированных благ, развитием производительных сил и производственных отношений. Новые тенденции в развитии мировой

экономики пришли в противоречие с жесткой регламентацией условий труда, гарантий занятости и социальной защищенности, сдерживали свободу выбора работников и работодателей.

В это время получает широкое развитие и распространение *концепция гибкого рынка (Р. Буае, Г. Стендинг*), за основу которой принято положение о необходимости дерегламентации рынка, то есть перехода к более гибким индивидуализированным и нестандартным формам занятости (частичная занятость, неполный рабочий день или неделя, краткосрочные контракты, надомничество). Такой подход призван обеспечить уменьшение издержек структурной перестройки экономики, и достигается за счет:

– многообразия и гибкости форм найма, увольнения работников и форм занятости;

– гибкости регулирования рабочего времени, установления более подвижного режима работы с ненормируемым рабочим днем;

– гибкости в регулировании заработной платы на основе более дифференцированного подхода;

– гибкости методов и форм социальной защиты работников, а также адаптирования объема, структуры, качества и цены рабочей силы к колебаниям спроса и предложения на рынке труда.

Понятие *гибкости рынка труда по Г. Стендингу* определяется как способность адекватно реагировать на изменения цен, спроса и предложения рабочей силы, проявляющееся в изменении количества, качества и цены рабочей силы (*Standing*, 1986). В целом концепция гибкого рынка труда предполагает формирование многообразных форм взаимоотношений между государством, предпринимателями, профсоюзами и работниками и направлена на рационализацию совокупных затрат, повышение прибыльности и поддержание высокого динамизма рынка труда.

Проанализировав многообразие исследований институционалистов в рамках теории занятости, становиться понятным, что всех их объединяет идея влияния общественных и политических институтов на рынок труда, а также вывод о необходимости усиления социального контроля над экономикой.

Особую остроту приобретает вопрос о социальных гарантиях занятости. Институционалисты считают, что проблемы в области занятости могут быть решены с помощью разного рода институциональных реформ, которые определяют во многом поведение субъектов на рынке труда.

ФИНАНСОВОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ ЧЕЛОВЕКА КАК СФЕРА ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ, ЛИЧНОЙ И КОРПОРАТИВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ*

Недоспасова О.П.
СТИ НИЯУ МИФИ, 636036, Северск Томской области,
просп. Коммунистический, 65
e-mail: OPNedospasova@mephi.ru

Благополучие современного человека рассматривается в статье как комплексное понятие. Показано, что выгоды от прироста его различных компонентов присваиваются не только индивидом и обществом, но и субъектами корпоративного сектора экономики. Сделан вывод о том, что вложения в различные аспекты человеческого благополучия целесообразно рассматривать как экономически выгодные инвестиции, результаты которых распределяются между объектами и субъектами данного процесса.

Современный подход к понятию благополучия предполагает системное рассмотрение пяти аспектов человеческой жизни. К ним относятся: профессиональный (любовь к тому, чем человек занимается каждый день), социальный (хорошие отношения с окружающими), финансовый (эффективное управление материальной стороной жизни), физический (хорошее здоровье и достаточное количество сил, чтобы справляться с повседневными задачами), а также как благополучие в среде проживания (сопричастность к жизни общества). При этом достижение в одной из названных выше областей не может компенсировать неудачу в другой. Человек благополучен только в том случае, если он успешен во всех пяти аспектах.

Таким образом, благополучие не сводится к богатству. Однако важность дохода, которым располагает человек, для субъективного представления об удовлетворенности жизнью трудно переоценить. Финансовое благополучие можно рассматривать с одной стороны, как устойчивое *основание* для приращения иных аспектов данного понятия (например, за счет расширения доступа к высококачественным медицинским услугам). А с другой стороны, финансовое благополучие человека в значительной степени является *следствием* его профессионального, физического, социального благополучия, в том числе

* Исследование выполнено на базе Томского политехнического университета при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках выполнения научно-исследовательских работ по направлению «Оценка и улучшение социального, экономического и эмоционального благополучия пожилых людей», договор № 14.Z50.31.0029.

оно может быть обусловлено сопричастностью человека к жизни общества.

Важно отметить, что выгоды от приращения благополучия конкретного индивида присваиваются не только им самим и его семьей. Значительная часть таких выгод (в том числе и экономических) достаётся обществу в целом. Они перераспределяются между гражданами через налоговый механизм, общественные фонды специального назначения (пенсионного, социального, медицинского страхования). При этом прирост индивидуального благополучия является важным фактором роста национальной экономики и социальной стабильности общества.

Кроме того, выгоды от положительной динамики человеческого благополучия в значительной мере принадлежат субъектам корпоративного сектора экономики. Предприятия и организации получают весьма значительные социально-экономические выгоды от того, насколько человек благополучен в своей профессиональной деятельности (устраивает ли его конкретная организация, например, с точки зрения профессиональной самореализации и (или) карьерных ожиданий). Эти факторы человеческого благополучия находят своё отражение в динамике ключевых компетенций организации, её прибыльности и конкурентоспособности в долгосрочной перспективе.

Не менее значимы корпоративные выгоды от приращения физического и социального благополучия работников. Если у работников хорошее здоровье, они ощущающие любовь и дружбу со стороны родных, близких и коллег по работе, то в результате не только снижаются потери рабочего времени, обусловленные болезнями и другими причинами личного характера. Растет производительность и качество труда, а в итоге организация приобретает дополнительные факторы своей стратегической успешности, обусловленные благополучием ее главного ресурса - человека. Если же работающий человек не удовлетворён, например, своим финансовым положением, то все перечисленные выше корпоративные выгоды в любой момент времени могут вместе с ним «перетечь» в другую организацию. Действительно, человеческий капитал – это тот корпоративный ресурс, который «каждый вечер уходит домой», без четких гарантий утреннего возвращения. При этом чем больше различных ресурсов было вложено в того или иного работника, тем ценнее он для компании, и следовательно, тем выше потери при его уходе.

Таким образом, актуален вопрос о том, при каком уровне доходов человек действительно осознает себя вполне благополучным в финансовом аспекте, и, следовательно, намерен скорее оставаться на прежнем месте работы, чем сменить его. В этом отношении представляет интерес всероссийский опрос общественного мнения, проведенный в 2014 году исследовательской компанией «Ромир» [1]. Тема опроса звучала следующим образом: «сколько денег в месяц нужно семье из трёх человек,

проживающей в вашем населённом пункте, для того, чтобы жить нормально». В исследовании приняли участие 1000 человек в возрасте от 18 до 60 лет, проживающих в городах и сельской местности в 8 федеральных округах. По мнению половины жителей России для «нормальной жизни» семье из трёх человек нужно 60-90 тысяч рублей в месяц. Уложиться в меньшую сумму готовы только 7% россиян, а сумма в 100 тысяч рублей в месяц и более соответствует притязаниям каждой четвёртой российской семьи. Средняя цифра по стране составила 78 500 рублей против 76 500 рублей годом ранее, т.е. материальные запросы россиян увеличились за год на 2,6%.

Исследователи отмечают, что за пять лет рост материальных запросов россиян составил 40%, что примерно соответствует официальному показателю инфляции, накопленной за 2009-2014 годы. Однако это значительно ниже номинального роста средней заработной платы (+75%) за этот же период.

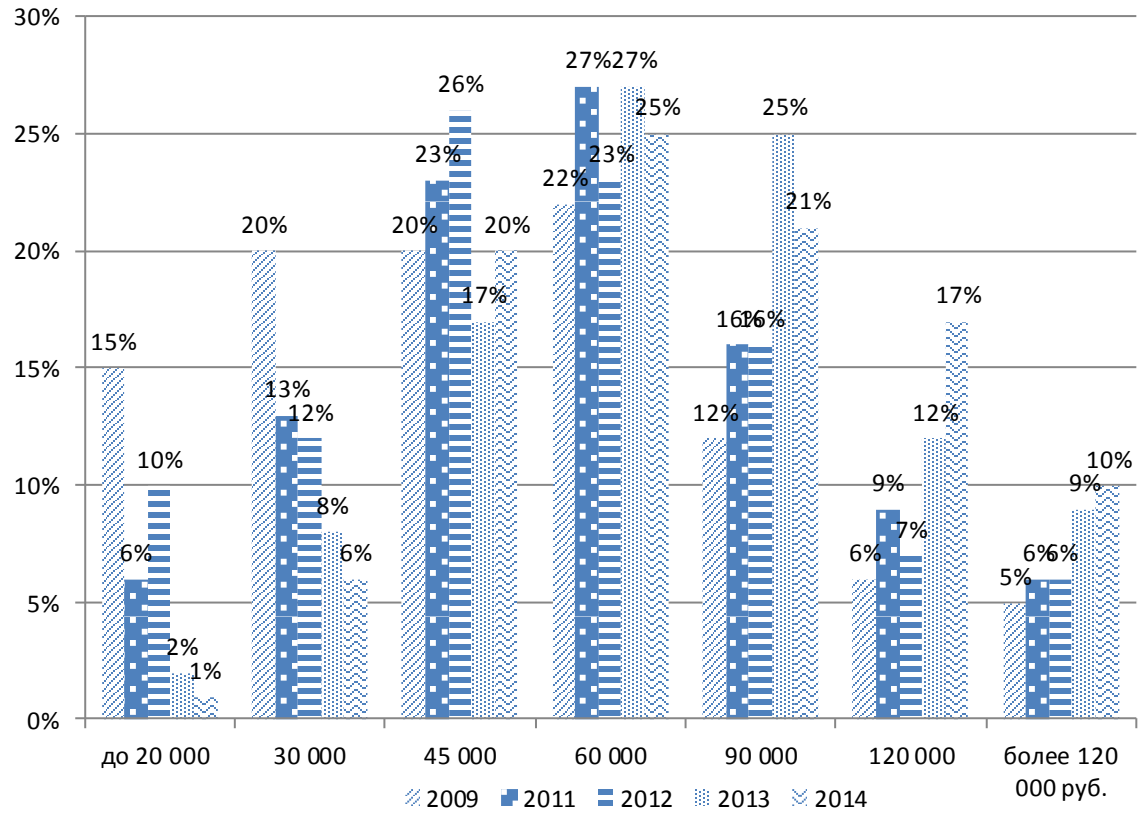


Рис.1. Вопрос: сколько, по вашему мнению, денег нужно семье из трех человек, проживающих в вашем населенном пункте, для того, чтобы жить нормально?

Если обратиться к данным РОССТАТА, то средний располагаемый доход семьи из трёх человек весной 2014 года номинально составлял около 65 тысяч рублей в месяц [2]. Таким образом, желаемый уровень дохода оказался выше реального примерно на 20%.

Заслуживает внимания явная дифференциация финансовых запросов по различным возрастным группам. Молодые люди (те, кому меньше 25 лет) готовы обеспечить «нормальную жизнь» семье из трёх человек на 64 000 рублей в месяц, что на треть меньше, чем у представителей старшего поколения. Это означает, что в России запросы молодых людей уступают представлениям о «нормальной жизни» респондентов старшего возраста. Такая ситуация не вполне типична, однако вполне объяснима тем, что после 40 лет к почти обязательным тратам относятся расходы, обусловленные стремлением к определенному уровню физического и социального благополучия (связанные с поддержанием здоровья, хобби, образованием детей и внуков, путешествиями). Самый большой разрыв в средних оценках «нормального» уровня финансового благополучия наблюдается по типам населенных пунктов: самые высокие оценки «нормальной жизни» обозначили жители крупнейших городов страны — почти 100 000 рублей в месяц на семью из трех человек, что в 1,5 раза выше средних притязаний жителей сельской местности.

Данные оценки весьма важны с точки зрения обсуждения перспектив корпоративного участия в обеспечении желаемого уровня благополучия человека, принятия решений о его масштабах и конкретных формах. При этом корпоративные вложения в благополучие человека целесообразно рассматривать не только в терминах благотворительности или корпоративной социальной ответственности. Не менее важно отношение к ним как к инвестициям, способным принести вполне ощутимые социально-экономические выгоды и для объектов, и для субъектов данного процесса. Таким образом, корпоративные инвестиции в благополучие человека должны быть увязаны с масштабом выгод, присваиваемых организацией (оцениваемых как часть прибыли, обусловленной профессиональной деятельностью работников). Не менее важно дифференцировать корпоративные вложения в те или иные аспекты человеческого благополучия по возрастным группам работников, учитывать при этом гендерный фактор, уровень напряженности на рынке труда, отраслевую и региональную дифференциацию фактических доходов населения, а также субъективные представления людей о желаемом уровне их финансового благополучия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы официального сайта Центра гуманитарных технологий (Электронный ресурс). URL: http://gtmarket.ru/news/2014/07/03/6838 (дата обращения: 10.09.2014).
2. Материалы официального сайта Федеральной Службы государственной статистики (Электронный ресурс). URL: http://www.gks.ru/wps/ (дата обращения: 11.09.2014).

МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ В РОССИИ И ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ольховская А.Е., Михеенко С.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: smihenko@yandex.ru

В обеспечении эффективности функционирования экономической системы и общественного воспроизводства центральную роль играют инвестиции, непосредственно влияя на возможность экономического роста в длительной перспективе. Предметом исследования данной статьи стали механизм формирования благоприятной инвестиционной среды, пути привлечения отечественных и иностранных инвестиций в различные сферы, методы поддержки инвестиций со стороны государства, что является необходимым условием для развития регионов и государства в целом.

Инвестиционная политика – это система мер, направленная на стимулирование инвестиционной активности, включая формирование благоприятного инвестиционного климата, привлечение дополнительных источников инвестировании, создание единых стандартов и обоснование эффективности инвестиций. Этим обусловлена актуальность правильно выбранного механизма реализации инвестиционной политики государства.

Стратегической целью политики государства в области инвестиций является модернизация экономики, формирование благоприятной среды, которая способствует привлечению и повышению эффективности по использованию инвестиционных ресурсов в развитии экономической и социальной сферы деятельности в государстве. Совершенствование механизма реализации инвестиционной политики – это основная задача государства. Именно государство является субъектом стимулирования объемов, интенсивности и структуры вложений независимо от их источников. Сочетание стратегических целей инвестиционной политики с методами, способами их достижения и предопределяет комплексность регулирования инвестиционной сферы. [1,с.14].

Механизм реализации инвестиционной политики включает в себя 5 стадий. На первой стадии разрабатывается концепция политики в сфере инвестиций, осуществляется выбор стратегических ориентиров и приоритетов развития инвестиционной сферы, а также инструментов регулирования. Далее создается необходимая нормативно-правовая база для функционирования инвестиционного рынка. Третья стадия заключается в определении полномочий и порядка взаимодействия федеральных, региональных и местных органов управления в сфере регулирования инвестиций. На четвертой стадии происходит формирование инфраструктуры инвестиционного рынка. Заключительный

этап характеризуется осуществлением контроля реализации инвестиционной политики.

Для России необходимым условием экономического роста является приток иностранного капитала. Неблагоприятный инвестиционный климат в стране связан с недостаточной проработанностью правовой базы по защите прав и интересов инвесторов, недоступностью кредитных ресурсов, низким уровнем развития инфраструктуры и многими другими факторами.

В последние годы основными странами-инвесторами в российскую экономику являются Кипр, Багамские острова, Малайзия, Республика Корея, Швейцария, США, Китай. На долю этих стран приходится до 77% общего объема накопленных иностранных инвестиций, что составляет около 171тыс.долл. США.

Максимальные зарубежные инвестиции осуществляются в такие сферы экономики, как: сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство – 52тыс.долл., транспорт и связь – 34тыс.долл., обрабатывающие производства – 30тыс.долл., добыча полезных ископаемых – 29тыс.долл.

Наиболее сложным является вопрос источников инвестиционных ресурсов и механизмов их мобилизации на цели инвестирования в наиболее приоритетные сферы экономики. Государство может реализовать только ограниченный круг проектов в приоритетных национальных направлениях. Максимальный объем государственных инвестиций в России занимают такие отрасли и сферы деятельности, как: транспорт и связь – 76 млн.руб., обрабатывающие производства – 28млн.руб., производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 14млн.руб., операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг – 12млн.руб., добыча полезных ископаемых – 11млн.руб.

Кроме того, в субъектах Российской Федерации имеются целевые программы по повышению инвестиционной привлекательности, снижению административных барьеров, а также механизмы поддержки инвестиционной деятельности в регионах.

Среднегодовой объем частных инвестиций в экономику регионов России в 2012 году составил 75,8 тыс. рублей на одного жителя. Значительный рост объемов частных вложений показывают республика Тыва, республика Татарстан, Приморский край, Воронежская, Ярославская и Самарская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа. В целом в 2013 году рейтинг инвестиционной привлекательности вырос в 38 регионах. В целом на 10 крупнейших регионов приходится 43% всех частных инвестиций в основной капитал (г. Москва, Московская область, Челябинская область, Краснодарский край, Краснодарский край, Ханты-Мансийск, Ямало-Немецкий автономный округ).

Немаловажную роль в росте инвестиционной привлекательности регионов сыграли конкретные меры государственной поддержки инвестиционной активности на уровне субъектов федерации, которые

можно разделить на правовые, административные и экономические. Основной целью совершенствования законодательства, создания институтов и государственных программ является улучшение правовых и экономических условий дальнейшего развития субъектов малого и среднего предпринимательства и обеспечения благоприятных условий для их финансирования. Изменение законодательства в Российской Федерации и направления дальнейшего его совершенствования в рамках инвестиционной политики осуществляются по следующим направлениям:

– упрощение строительных процедур и снятие инфраструктурных ограничений;
– развитие бизнес-среды в регионах;
– упрощение миграционных процедур;
– совершенствование таможенного администрирования;
– налоговое стимулирование;
– развитие корпоративного законодательства, либерализация уголовного законодательства;
– снижение административных барьеров.

В России существуют и эффективно функционируют институты, которые созданы для совершенствования инвестиционного климата в стране: Российский фонд прямых инвестиций, Инвестиционный омбудсмен, Агентство стратегических инициатив, Агентство по страхованию экспортных кредитов и инвестиций, Консультативный совет по иностранным инвестициям в России[2].

В Томской области успешно применяется механизм стимулирования инвестиционной привлекательности, включающий:

1. Льготные ставки налогообложения по налогу на имущество(0%);
2. Льготные ставки налогообложения по налогу на прибыль(13,5%);
3. Субсидии, связанные с оснащением и функционированием центров инновационного молодежного творчества и проектирования:
   – приобретением оборудования и техники;
   – приобретением программного обеспечения;
   – оплатой услуг связи и сети Интернет;
   – приобретением сырья, материалов и инструментов;
   – оплатой аренды помещений и коммунальных услуг (до 15%);
   – повышением квалификации сотрудников (не более 5%);
4. Субсидии организациям, осуществляющим деятельность по управлению технологическими парками (в размере ставки рефинансирования, не более 100 млн.руб.);
5. Льготные ставки налогообложения по налогу на землю(0,7%);
6. Льготные ставки аренды земли(0,1%);

7. Льготная стоимость доступа к инженерным и транспортным коммуникациям;

8. Субъекты инвестиционной деятельности, осуществляющие инвестиционные проекты социального и экономического значения и предусматривающие капитальные вложения в сумме не менее 3 млн. долл., могут получить льготы по налогу на имущество 0% в первые 5лет;

9. Новые компании, реализующие инвестиционные проекты и осуществляющие капитальные вложения в сумме не менее 50000долл., освобождаются от уплаты налога на имущество: на 100% в первый год, на 75% во второй год и на 50% в третий год;

10. Инвестиционные проекты могут получить инвестиционный налоговый кредит по налоговым обязательствам областного уровня;

11. Субсидии на оплату банковских процентов предоставляются в размере 8% годовых, но не более 2500 тыс. руб. в год.

12. Преференции организациям-резидентам особой экономической зоны технико-внедренческого типа:

– Особый таможенный режим для специальной зоны. Иностранные товары размещаются и используются в пределах ОЭЗ без уплаты таможенных пошлин и налога на добавленную стоимость. Российские товары размещаются и используются на условиях, применяемых к вывозу в соответствии с таможенным режимом экспорта с уплатой акциза и без уплаты вывозных таможенных пошлин

– Налоговые льготы для компаний-резидентов технико-внедренческой ОЭЗ: земельный налог первые 5 лет – 0%; взносы на обязательное социальное страхование: в 2011-2014 годы – 14 % (вместо 30%); транспортный налог - освобождение на 10 лет; освобождение организаций от налога на имущество в течении 10 лет; налог на прибыль в части платеже в бюджет субъекта – 13,5 %; упрощенная система налогообложения – 5%[3].

Налоговая политика по праву считается одним из наиболее эффективных инструментов косвенного регулирования экономических процессов. Томская область входит в перечень регионов России, лидирующих по налоговым льготам для инвесторов. Практика показывает, что в области льготы главным образом предоставляются по налогу на имущество, который является, возможно, самым обременительным налогом для новых инвестиционных проектов, и в виде возможности использования инвестиционного налогового кредита.

Объем накопленных иностранных инвестиций в экономику Томской области к началу 2013 года составил 89,9 тыс. долл. Основной объем прямых иностранных инвестиций приходился на Кипр, Ирландию, Китай, Швецию, Швейцарию, Нидерланды и Канаду.

Направление инвестиций – сырьевой сектор экономики области: добыча полезных ископаемых (40-60%), транспорт и связь (13-17%),

обрабатывающие производства (10-15%), геологоразведочные, геофизические и геохимические работы в области изучения недр – 3,5%.

На территории Томской области сегодня успешно реализуются следующие инвестиционные проекты:

– создание лесопромышленного индустриального парка в г.Асино Томской области (2012-2017);

– крупносерийное производство светодиодов и светодиодных осветительных устройств (2012-2018);

– развитие производства полимеров в ООО "Томскнефтехим" (2012-2020);

– строительство опытно-демонстрационного энергокомплекса (2012-2020);

– модернизация производства кабельно-проводниковой продукции в резиновой изоляции (2012-2015).

Изучив инвестиционный климат России и Томской области можно сказать, что политика государства по привлечению инвестиций не совершенна. Для решения существующих проблем необходимо совершенствование механизма комплексного вмешательства государства в инвестиционную политику, которое должно включать:

– стабилизацию экономической и политической обстановки;

– совершенствование законодательства;

– ограничение оттока капитала из страны;

– налоговые льготы, налоговые кредиты, налоговые каникулы;

– стимулирование рынка ценных бумаг;

– снижение административных барьеров.

Политика государства должна быть направлена на создание благоприятной инвестиционной обстановки на территории страны, отдельных регионов и различных отрасл промышленного производства. Это значительно увеличит приток инвестиционных ресурсов в экономику и позволит обеспечить реализацию имеющихся в стране возможностей экономического роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инвестиции: учебное пособие / Подшиваленко Г.П., Лахметкина Н.И., Макарова М.В. и др. – М.: КНОРУС, 2008. - 458 с.

2. А.Галушка, А. Голубович, А. Идрисов Модернизация экономики России / Кардинальное улучшение инвестиционного климата [Электронный ресурс]: Ежегодный экономический доклад общероссийской общественной организации «Деловая Россия». – Москва, 2010. –Режим доступа: http://www.deloros.ru/FILEB/doklad-2010.pdf

3. Томская торгово-промышленная палата [Электронный ресурс]: Инвестиционная деятельность / Инвестиционной паспорт региона. – Режим доступа: http://tomsktpp.ru/investing-activity/

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РОССИЙСКОГО РЫНКА ТРУДА

Семенов С.С., Циркунов П.Т., Михеенко С.Н.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г.Северск, Томской обл., пр.Коммунистический, 65
e-mail:smihenko@yandex.ru

В статье рассмотрены структурные особенности современного российского рынка труда, развитие ситуации на котором следует признать неблагоприятным. С одной стороны, наблюдаются относительно благостные количественные показатели, с другой – качественное ухудшение рынка труда, где безработица имеет ярко выраженный хронический характер.

Распад СССР нанёс серьёзный экономический урон России: территория сократилась на четверть, население наполовину, утратились традиционные связи между хозяйствующими субъектами в бывших союзных республиках. Все это уменьшило возможность для экономических маневров природными, производственными, финансовыми, и особенно - трудовыми ресурсами страны. Сформировалась, так называемая, «большая десятка» стран-доноров, обеспечивающая до 83% легальной трудовой миграции в Россию.

Эти обстоятельства отразились на уникальной ситуации современного российского рынка труда, где на протяжении длительного времени сохраняется низкая безработица при высокой жесткости законодательной защиты занятости, а так же гибкая заработная плата при низкой производительности труда. Вместе с этим в стране отмечается явно неблагоприятная институциональная среда, малоэффективное государственное регулирование и исключительно высокая степень зарегулированности товарных рынков и рынков труда. В итоге формируется низкая конкурентоспособность отечественной экономики и, как следствие, низкие темпы создания рабочих мест.

Не может не вызывать опасения крайне низкий уровень минимальной и средней заработной платы в стране. Конечно, величина МРОТ в России на порядок выше, чем в каком-нибудь Узбекистане или Таджикистане, где она составляет лишь $40. И хотя с 1 января 2013 года минимальная оплата труда в России поднялась до 5.205 рублей ($170 или 116 евро), её уровень никак нельзя признать достаточным. Для сравнения, в Швейцарии размер минимальной оплаты труда в 2013 году был равен $2.400, во Франции – $1.720, а в США – $1.305[1]. При этом, прожиточный минимум в России в 2013 году был равен 7372 рублей ($223), а в США – около $700[2]. Соответственно, в России МРОТ составлял около 70% от стоимости минимального набора товаров и услуг, а в США – свыше 186%. Разрыв впечатляет. Выходит, что до 40% работающего населения в России

получают заработную плату в размере ниже совокупного прожиточного минимума семьи, по сути, находясь в состоянии выживания.

Что касается средней заработной платы, то в России в 2013 году она составляла чуть выше 900 долларов США, в самих же США этот показатель – $4.300[3]. В среднем учитель в России получает 26.000 рублей, а в США почти в 10 раз больше – 250.000 рублей! Отечественные атомщики зарабатывают 45 тысяч рублей в месяц, в США – $9.335[4,5]. Неудивительно, что в России очень низкая производительность труда, ведь высокий заработок – основной мотив старательной работы россиян.

Низкая минимальная заработная плата приводит к высокой реактивности заработной платы в целом. В российском корпоративном секторе сформирована так называемая «двухъярусная» система зарплаты. Компании и фирмы делят риски со своими работниками и частично с государством. Для этого они структурируют бюджет на зарплаты следующим образом: фиксируют обязательную большую часть для ежемесячных выплат, остальное вручают в виде премий и различных бонусов, которые привязаны к результатам деятельности компании. Если компания работает эффективно, то часть дохода делится с работниками, в противном случае – последние получают лишь фиксированную часть, становясь дешевыми кредиторами компании.

Так поступают не только коммерческие, но и бюджетные организации. Например, заработная плата учителей и врачей зависит от доступности школ и больниц к ресурсам местного бюджета. Вместе с некоторыми другими факторами это даёт высокую гибкость заработной платы и относительную устойчивость инерции занятости. Такой системы больше нет нигде в мире. Около 70% американцев не имеют переменной составляющей в своей зарплате. У тех, у кого она всё-таки есть, её среднее значение составляет не более 5%. В России всё наоборот: 70% работников имеют переменную составляющую, а её доля в зарплате – около 50%[6].

«Двухъярусная» система оплаты труда имеет свои плюсы: компании и фирмы, перекладывая риски на работников и государство, сохраняют возможность адаптироваться к шокам и кризисам. Но минусов у данной системы оплаты труда всё же больше: бедность среди работников, неравенство и низкая заработная плата, текучесть кадров.

Минимальное пособие по безработице в России составляет минимум 850 рублей, максимум – 4.900 рублей (в США - $1.156), что намного меньше прожиточного минимума[7,8]. Работники боятся увольнений, так как на такое пособие невозможно выжить. Они готовы предпочесть снижение зарплаты ради сохранения занятости. К тому же сами компании не стремятся увольнять работников из-за жесткого российского законодательства по защите рабочих мест, обязывающего платить выходные пособия при увольнении. По этой причине в России не бывает массовых увольнений, ведь очевидно, что у бедствующих компаний нет на

это денег. Им становится выгоднее удерживать работников: отправлять их в неоплачиваемые отпуска, переводить на неполный рабочий режим. При этом образуется переизбыток рабочей силы, что означает уменьшение зарплаты. В ответ рабочие могут бастовать, жаловаться, но, как правило, от этого мало толку, потому что профсоюзы в России не эффективны. Вот и приходится работнику либо смириться и продолжать работать за гроши, либо подписать заявление о добровольном увольнении. Таким образом, фирмы могут долго существовать без вынужденных увольнений. Так, средняя компания в России за год меняет лишь треть своего персонала[6].

Такая политика компаний приводит к тому, что формируется придерживаемый тип занятости, когда рабочая сила не используется в производстве, но и не высвобождается в другие сферы. Как говорится: «ни себе, ни людям». Вместе с этим существуют серьезные ограничения, препятствующие созданию рабочих мест в формальном секторе и перенаправляющие этот процесс в неформальный сектор. Положение усугубляет и новая пенсионная система, которая стимулирует гражданина дольше работать и сохранять свои отношения с работодателем. В итоге у рабочих возникает недоверие к государственным институтам, они не чувствуют себя защищенными, и из-за низких зарплат не испытывают удовлетворение от работы. «Зачем же платить налоги, если государству нет до меня дела?» - думают работники, уходя в неформальный сектор.

По утверждению В.Гимпельсона и Р.Капелюшникова, средний «неформал» (работающий по найму) зарабатывает меньше, чем наемный работник формального сектора. В то же время, заработки самозанятых оказываются выше. При этом расширенный подход к понятию неформальной занятости дает возможность утверждать, что ее общий уровень равен 24%, в том числе – 20% для наемных работников и свыше 80% для самозанятых. Наибольшее количество неформалов сосредоточено в сельском хозяйстве (28,4%), затем в торговле, гостиничном и ресторанном бизнесе (свыше 24%), а также в строительстве, доля которого в структуре неформальной занятости составляет более 17%.

По мнению экспертов, теневой сектор составляет около 15-20% от общего ВВП России. Следовательно, при ВВП в 60 трлн. рублей, как минимум 9 трлн. рублей уходит в тень. Аналитики американского исследовательского института Global Financial Integrity (GFI) считают, что процент гораздо выше и составляет около 46% от ВВП ежегодно. В течение 1994-2011 годов из России незаконно утекло 211,5 млрд. $США в виде взяток, скрытых от налогов доходов и средств, заработанных на торговле наркотиками, оружием и людьми. По данным Всемирного банка, российская теневая экономика в 3,5 раза больше, чем в других странах "Большой семерки". Кроме того, объемы теневой экономики и незаконные денежные потоки динамично растут на протяжении 20 лет, чему способствуют низкая эффективность политического управления,

регуляторные барьеры при становлении бизнеса и широко распространенное уклонение от уплаты налогов. По данным Росстата, к началу 2013 год в теневом секторе экономики были задействованы 13,6 млн. человек, из них – 7,4 млн. сотрудников были заняты исключительно в нелегальном секторе[9].

Ежегодно в Россию на заработки приезжает свыше 20 млн. трудовых мигрантов, половина из которых работает нелегально. Нелегалы встраиваются в теневой сектор экономики. С их зарплат не производятся налоговые отчисления, которые должны идти на развитие инфраструктуры, в пенсионные и страховые фонды. Товары и услуги, произведенные нелегалами без должного контроля, оказываются менее качественными. Выгода от их дешевизны в долгосрочном плане перекрывается более частой покупкой товаров, расходами на врачей. По оценкам экспертов, ущерб от деятельности нелегалов составляет 200 млрд. рублей. В сфере ЖКХ и в строительстве по документам трудятся множество граждан России, которые получают приличную, «только на бумаге», зарплату. А на деле эту работу делают нелегалы, получая в лучшем случае треть от заявленных в расчетных документах сумм. Разницу кладут в карман недобросовестные работодатели, статистика занятости искажается, и чем крупнее город, тем больше эти искажения[10].

Для рынка труда России характерна глубокая территориальная дифференциация занятости: одни регионы имеют переизбыток рабочей силы (Московская, Ленинградская области), другие острый дефицит (регионы Сибири). Это вызвано отсутствием рынка жилья и его высокой стоимостью, неразвитостью социальной инфраструктуры, дефицитом бюджета, низкой зарплатой и неблагоприятными климатическими условиями. Поэтому молодые специалисты и люди с высшим образованием не стремятся идти работать в неразвитые регионы.

При этом в стране продолжает сохраняться высокая текучесть кадров. По данным Росстата за 2011 год 7,7 миллиона человек (более 11% всего занятого населения) трудились по месту основной работы менее года. Из них, 0,7 миллиона человек - менее месяца. В 2010 году средний стаж составил 8,5 лет, для сравнения в Германии - 11 лет. На одном рабочем месте надолго остаются лишь те, чей трудовой стаж 15 и более лет[11]. А у работодателей нет стимула к инвестициям в обучение и переподготовку своих кадров, ведь работник, на которого потратили деньги, может просто перейти к конкурентам, где зарплата или условия труда лучше.

В стране сохраняется сложная демографическая ситуация. С 1992 года рождаемость в России упала ниже уровня простого воспроизводства и составляет сейчас, по разным данным, от 1,4 до 1,6 ребенка на женщину[12]. По прогнозам Росстата, в период с 2010 по 2020 годы численность трудоспособного населения уменьшится более чем на 1 млн. человек. Соответственно сократится приток молодых кадров, в том числе и

с высшим образованием. В 2013 году их число в экономике составило около 4,2 миллиона человек. Это на 43% меньше, чем в 2009 году (7,4 миллиона человек). В дальнейшем разрыв будет только усиливаться[13].

Для работников убыль населения означает увеличение нагрузки по содержанию растущего числа пенсионеров. Основная группа работающих россиян сегодня – это лица от 40 до 49 лет. В будущем работоспособное население продолжит стареть, следовательно, ухудшится здоровье кадров, увеличатся периоды нетрудоспособности, уменьшатся качественные характеристики труда и способность к интенсивной и длительной работе.

В России существует дефицит квалифицированных специалистов различных областей, без которых невозможно провести модернизацию промышленности, освоить инновационные технологии и развивать бизнес вглубь. Почему сложилась такая ситуация?

Во-первых, проблема в системе образования. По результатам исследований, разрыв между имеющимися и востребованными навыками обучающихся, такими как: профессионализм, креативность, социальная компетенция – увеличивается на каждом уровне системы образования и становится еще более существенным после выхода выпускника на рынок труда: они не умеют решать проблемы, добиваться поставленной цели и работать с людьми. По данным vesti.ru, и по прогнозам экспертов самыми востребованными на рынке труда в России в 2014-2015 году будут квалифицированные рабочие, а также соискатели, имеющие инженерно-техническое образование и владеющие английским языком[14].

Во-вторых, для России характерен высокий уровень безработицы среди специалистов с высшим или средним профессиональным образованием – 36-40%. По сравнению с 2000 годом доля безработных с высшим профессиональным образованием увеличилась и составляет 15%, со средним профессиональным образованием - сократилась до 21% [15].

Отечественный рынок труда подобен «гордиеву узлу», переплетенному из различных социально-экономических факторов: так же крепок, сложен, необычен, а главное – стабилен. Именно поэтому государство, кампании и даже работники, несмотря на все недостатки, считают нынешнюю систему выгодной: работники заняты, компании могут делиться рисками, а государство имеет социальную и политическую стабильность, благодаря высокому уровню занятости. Вот почему более 20 лет отечественный рынок труда остаётся практически неизменным! Но не является ли эта выгода иллюзорной? Так ли хороша стабильность? Ведь вместе с этим мы имеем целый комплекс проблем, тормозящих развитие экономики России. Высокий уровень занятости в конечном итоге приводит к низкой заработной плате, та в свою очередь ведёт к низкой производительности труда, низкая производительность труда не позволяет процветать компаниям, чтобы они могли повысить уровень зарплаты. Это сводит на нет все плюсы существующей системы.

По сути, отечественный рынок труда находится в состоянии стагнации. Более того, из-за сложной демографической ситуации, проблем в образовании, старения кадров, состояние рынка труда постепенно ухудшается с каждым годом. Нынешняя система без качественных преобразований может привести к рецессии экономики России.

Представляется, что изменить нынешний рынок труда без изменения законодательства невозможно. Актуализируется проблема создания новой нормативно-правовой базы в области занятости. Другие решения будут нести лишь временный эффект. В конце концов, рынок вернется к исходному состоянию. Поэтому необходимо искать средства и силы для лоббирования реформ в области экономики. Надо, пока еще не поздно, правящей элите проявить государственную волю, не дожидаясь внешних и крайне нежелательных внутренних вызовов, и разрубить «гордиев узел».

ЛИТЕРАТУРА

1. Список минимального размера оплаты труда по странам [Электронный ресурс]:http://ru.wikipedia.org/wiki/ - Загл. с экрана.

2. Прожиточный минимум в Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Петербургский правовой портал. Режим доступа: http://ppt.ru/info/?id=18.

3. Средняя заработная плата в 2013 году в России и в мире [Электронный ресурс]: Деловая жизнь. Режим доступа: http://bs-life.ru/rabota/zarplata/srednyaya-zarplata2013.html.

4. Уровень зарплат в США [Электронный ресурс]: Все самое интересное о США. Режим доступа: http://thisisusa.ru/salary_in_usa. – Загл. с экрана.

5. Средняя заработная плата атомщиков в США [Электронный ресурс] Режим доступа: http://n-vetlitskaya.livejournal.com/242418.html.

6. Гимпельсон В. Российский рынок труда: между нормой и аномалией. [Эл. ресурс]http://wereduch.ucoz.com/news/rossijskij_rynok_truda_mezhdu_normoj_i_anomalie/2013-03-04-36.

7. Прожиточный минимум в Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Полит.ру. Режим доступа: http://www.polit.ru/analytics/2010/03/12/trud.html.

8. Секвестр бюджета США [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.vestifinance.ru/articles/29475.

9. Теневой сектор экономики РФ [Электронный ресурс]: РБК. Режим доступа: http://top.rbc.ru/economics/20/06/2013/862716.shtml.

10. Нелегальная экономика: россияне заплатят за мигрантов. [Электронный ресурс]: Статьи. Личные финансы РБК. Режим доступа: http://lf.rbc.ru/recommendation/fi0nance/2013/11/01/232225.shtml.

11. Текучесть кадров в России [Электронный ресурс]: Газета протестант. Режим доступа: http://www.gazetaprotestant.ru/2012/10/v-rossii-ochen-vysokaya-tekuchest-kadrov/.

12. Демографическая ситуация в России. [Электронный ресурс]: Проект пенсионной реформы Валерия Акпарова.: http://www.akparov.ru/node/42– Загл. с экрана.

13. Борьба за человеческий капитал. [Электронный ресурс]: Экспертный сайт Высшей школы экономики. Режим доступа: http://www.opec.ru/1527255.html.

14. Российская демография за первые четыре месяца 2013. [Электронный ресурс]: DISSONANCE. Режим доступа: http://alexandrelatsa.ru/2013/06/ – Загл. с экрана.

15. Тенденции на рынке труда [Электронный ресурс]: Тенденции на рынке труда: http://www.gks.ru/bgd/regl/b11_04/IssWWW.exe/Stg/d03/2-rin-trud.htm.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К АНАЛИЗУ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ

Смирнова Т.Л.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ

Рассмотрены направления исследований социально-экономических отношений работников и работодателей под влиянием технологических сдвигов в секторах экономики, структурных диспропорций воспроизводственных процессов.

Стратегическое инновационно-технологическое развитие российской экономики, основанное на интеллектуальном производстве, характеризуется необратимыми структурными сдвигами профессионально-квалификационных групп работников, накоплением знаний в результате развития инновационной инфраструктуры и укрупнения научно-исследовательских центров. Неравномерная модернизация секторов российской экономики как элемент формирования нового технологического уклада сопровождается повышением интеллектуализации производства, процесс выполнения профессиональной работы приобретает более умственный и творческий характер, работник работает больше головой, а не руками. Это вызывает потребность в более образованных и профессиональных работниках, имеющих творческое мышление, умеющих работать с большими потоками информации при управлении сложными производственными и технологическими процессами.

В условиях расширяющегося внедрения в экономику информационных технологий формируется новый тип социально-экономических взаимоотношений работников и работодателей, основой которого является повышение требований к уровню профессионального образования, квалификации, навыкам, информационно-коммуникационной мобильности специалиста. В 2012 – 2013 гг. по результатам мониторинга центра занятости Томской области выпускников профессиональных учебных заведений выявлено, что половина из них не может пройти собеседование у работодателей при выборе первого рабочего места [3]. Причины разные, но наибольшие претензии работодатели предъявляют к недостаточному уровню профессиональных знаний выпускников вузов и низкому уровню общей культуры.

Государство как активный участник воспроизводственных процессов в этих условиях, помимо институциональных мер контроля повышения ответственности профессиональных учебных заведений за качественную подготовку выпускаемых специалистов, должно способствовать формированию новых общественных интересов, поддерживать институциональную среду развития социального партнерства

«профессиональное учебное заведение – бизнес», обеспечивая баланс интересов наёмных работников и работодателей.

В XX веке американские исследователи бизнес-процессов К. Арджис, Д. Шон, П. Сенге предложили теорию «самообучающейся организации» (learning organization) [6]. Корпоративная культура такой организации базируется на поиске ключевых компетенций работника, обладающего способностью к обучению, преданного интересам конкретного бизнеса, мотивированного на саморазвитие личностных качеств и способностей. Самообучающаяся организация с помощью элементов когнитивных технологий, создания, передачи, контроля и использования знаний, приобретает инновационный потенциал для своего развития на рынке, обеспечивая эффективное взаимодействие профессиональных групп работников и работодателя.

Такая образовательная корпоративная концепция (learning organization) с 1980-х годов стала характерной для стран с инновационно-технологическим развитием, выполняя экономическую, социальную, адаптационную, проектную функции для развития структуры профессионально-квалификационных групп. Карта базовых и смежных компетент9ностных характеристик работника открывает новые возможности анализа гибкого производственного и организационного поведения, которое пересматривается при изменении производственно-технологических процессов организации. Ведущими модулями карты компетенций специалиста являются творческая и инновационная активность, предпринимательская, коммуникационная и информационная культура специалиста.

Теоретические основы формирования национальных моделей социального партнерства и государственной политики заложили Дж. Кейнс, В. Ойкен, Л. Эрхард, анализируя роль технологий включения экономических институтов в формирование эффективной государственной политики. Разработанные ими модели оценки государственной политики акцентировали внимание на конечной ее цели – минимизации социально-экономических потерь обществом. Теория «активного общества», предложенная американским социологом в XX веке А. Этциони, раскрывает механизмы целенаправленного воздействия на рыночные институты через саморазвитие и объясняет растущую востребованность территориальных моделей социального партнерства, которые через мобильность и социальную активность отдельных групп трансформируются, изменяя характер социально-экономических отношений, формы взаимодействия работников и работодателей.

Эволюция подходов к анализу социально-экономических отношений работников и работодателей в системе воспроизводственных процессов представлена в зарубежной литературе несколькими направлениями. В развитие теории человеческого капитала внесли свой вклад Э. Денисон,

Р. Солоу, Р. Лукас, Дж. Кендрик, С. Кузнец, Х. Фишер. Предпринимательские ресурсы – ведущий элемент экономической системы, организующий создание и внедрение инноваций на предприятиях. Для экономики, ориентированной на непрерывное внедрение технологических и системных инноваций, Г. Беккер и Т. Шульц в 1970-е годы в теории человеческого капитала расширили применение методов микроэкономического анализа на основе оценки рационального выбора работника и работодателя [8]. Дж. Минцер заметил, что высокотехнологичные сектора экономики увеличивают численность высококвалифицированных работников и уровень их заработной платы быстрее по сравнению с другими секторами экономики (Human capital responses to technological change in the labor market, 1989).

Эффекты вмешательства государства в формирование социально-экономических отношений работников и работодателей в системе воспроизводственных процессов исследовали Дж. Кейнс, К. Поланьи, А. Гершенкрон. Государство обеспечивает интеграцию частных и общественных интересов через механизмы поиска компромисса и снятия социального напряжения на рынке через стимулирование релокации профессионально-квалификационных групп. Для развития социально-экономических отношений работников и работодателей на рынке необходима институционализация процессов найма. Д. Норт заметил, что рынок со слабыми институциональными гарантиями инициирует рост трансакционных издержек и процессы неэффективной аллокации работников по секторам экономики.

Соглашаясь с теоретическими аргументами Ф.Х. Кордозо заметим, что государство реализует общественные интересы социальных групп, формирующих социальную сеть, и поддерживает сбалансированные пропорции занятости в секторах экономики. Другие исследователи Дж. Бьюкенен, Д. Норт, Ч. Лидбитер, К. Эрроу считали, что рынок не является эффективным механизмом перераспределения ресурсов, обеспечивая предпосылки развития социально-экономических отношений работника и работодателя. Исследователи дистанционной занятости Г. Гордон, Дж. Ниллес, Ф. Скифф выявили неопределенность взаимодействия работников и работодателей, виртуализацию рабочих мест, индивидуализацию трудовых контрактов, высокую степень дифференциации профессиональных компетенций специалистов.

Исследование влияния эффектов миграции и мобильности работников проводили Р. Парк, Э. Стоунквист, С. Уинтер, Р. Нельсон [5], которые сформировали 1980 -е годы эволюционный подход к исследованию социально-экономических отношений работников и работодателей, основанный на динамических необратимых процессах и изменениях в хозяйственной практике. Такой подход продолжает научную традицию А. Маршалла, Й. Шумпетера, Т. Веблена, где ключевым элементом стала

идея наследственности и естественного отбора экономических институтов в процессе социального развития.

Autor, Katz, Krueger (1998) заметили влияние расширяющегося использования новых технологий на трансформацию социально-экономических отношений наёмных работников и работодателей в секторах экономики. Технологические инновации и компетенции квалифицированных работников как комплементарные факторы в секторах экономики рассматривали Goldin, Katz, (1998).

Появление новых моделей социального партнерства вызвано новым этапом развития экономики, общества и технологий. Р. Гринберг рассматривает социальное партнерство как разнообразные модели сотрудничества работника, работодателя, профсоюзов, при активной позиции государства [2]. Современные модели социального партнерства российскими авторами рассматриваются с нескольких исследовательских точек зрения. Институциональные процессы, влияющие на развитие социально-экономических отношений работника и работодателя, исследовали В.Е. Гимпельсон [1], Р.И. Капелюшников [4], И.А. Денисова, Н.Т. Вишневская, С.Ю. Рощин, А.Л. Лукьянова, А.Г. Коровкин и другие.

Эволюция теоретических взглядов на социально-экономические отношения работников и работодателей отражает многообразие методологических, эмпирических и аналитических подходов в анализе современной экономики. Теоретические основы формирования инновационной системы разработали К. Фримен, Б. Лундвалл [7], Ф. Хайек. Инновационно-технологическая среда усиливает трансформацию социально-экономических отношений наёмных работников и работодателей, меняя формы занятости, дифференцируя уровень заработной платы, мотивацию работников. Инновационная структура регионов страны выстраивается через инновационную политику взаимодействия государственных органов власти разного уровня, трансформируя спрос и предложение на профессионально-квалификационные группы. Изменение баланса между спросом и предложением на рынке профессионально-квалификационных групп в территориальной системе происходит под воздействием технологий, используемых в производстве наукоемкой продукции и услуг. Дифференциация социально-экономических отношений работников и работодателей на локальных рынках регионов появляется как новые институциональные, функциональные и структурные связи, выстраиваемые при взаимодействии с производственно-технологической и социальной подсистемами.

Развитие инновационно-технологической среды вызывает рост спроса на профессионально-квалификационные группы работников в смежных секторах экономики: образование, здравоохранение, наука, индивидуальные и финансовые услуги. Государственные прямые и

косвенные инструменты развития инновационно-технологической среды, поддерживающие спрос на инновации для создания новых технологий, являются одним из факторов развития социально-экономических отношений работника и работодателя. Отсутствие единой методологии исследований формирует необходимость синтезирования сложившихся подходов и глубокого анализа структурных изменений занятости профессионально-квалификационных групп под воздействием технологического фактора в инновационной национальной экономике с кластерными структурами. Таким образом, в зарубежных и российских исследованиях сформированы разные теоретико-методологические подходы к анализу социально-экономических отношений работников и работодателей на разных уровнях экономической системы через рассмотрение форм занятости, мобильности профессионально-квалификационных групп и сегментацию рабочих мест.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гимпельсон Е.В. Российский работник: образование, профессия, квалификация / Под ред. Е.В. Гимпельсона, Р.И. Капелюшникова. М.: НИУ ВШЭ, 2011. 575с

2. Гринберг Р.С. Осуществима ли российская модернизация? // Научные труды Вольного экономического общества России. 2010. Т. 140. С.144-149.

3. Департамент труда и занятости населения Томской области. URL: http://www.rabota.tomsk.ru

4. Капелюшников Р.И. Деконструируя Поланьи (заметки на полях «Великой трансформации») / Р.И. Капелюшников**.** М.: ГУ ВШЭ, 2005. 38с.

5. Нельсон Р. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Нельсон, С. Уинтер. М.: Дело, 2002. 540с.

6. Сенге П.М. Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации / П.М. Сенге; пер. с англ. Б.С. Пинскер. М.: Олимп-Бизнес, 1999. 406с.

7. Lundvall B. National Systems of Production, Innovation and Competence Building / B. Lundvall, B. Johnson, E. Sloth, B. Dalum // Research Policy. 2002. № 31. С.213-231.

8. Becker G. Human capital: a theoretical and empirical analysis with special reference to education / G. Becker. – Chicago, 1997.

СТИЛИ ОБУЧЕНИЯ: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

Филиппова Н.А.
Северский технологический институт НИЯУ МИФИ
636036 г. Северск, Томской области, пр. Коммунистический, 65
e-mail: fna2306@mail.ru

В статье проведена параллель между менеджером и преподавателем ВУЗа. Перечислены условия осуществления качественной управленческой деятельности и в качестве выводов приведены примеры и характеристики стилей преподавания и обучения.

Образовательный процесс является для всех неотъемлемой составляющей жизни. И необходимо отметить, что на сегодняшний день: «…главная цель - рост качества образования», - отметил Владимир Путин на очередном совещании 6 июня 2013 года, обсуждая необходимость дальнейшего развития образования в России[1]. Т.е. необходимо использовать такие кадры и методы обучения, которые могли помочь повысить уровень образования в нашей стране до таких высот, которые прославляли бы качество российского образования как в прежние, не столь давние времена. Поскольку организация получения знаний это процесс, необходимо обратиться к его определению. Организация, как процесс - это установление последовательности целевого соподчиненного и согласованного в пространстве и времени взаимодействия частей одного целого[2]. А это уже классика менеджмента. И здесь легко провести альтернативу между управленцем и преподавателем. Используя классические подходы менеджмента можно утверждать, что составной частью и главной характеристикой эффективности руководства в менеджменте является стиль управления, который применяет в своей работе менеджер. Изучение стиля руководства ведется психологами уже более полувека. Исследователи накопили к настоящему времени немалый материал по данной проблеме.

Стиль руководства выражается в том, какими приемами руководитель побуждает коллектив к инициативному и творческому подходу к выполнению возложенных на него обязанностей, как контролирует результаты деятельности подчиненных. Принятый стиль руководства может служить характеристикой качества деятельности руководителя, его способности обеспечивать эффективную управленческую деятельность, а так же создавать в коллективе особую атмосферу, способствующую развитию благоприятных взаимоотношений и поведения.

Степень, до которой управляющий делегирует свои полномочия, типы власти, используемые им, и его забота, прежде всего о человеческих

отношениях или, прежде всего, о выполнении задачи - все отражает стиль руководства данного руководителя.

Для того чтобы управленческая деятельность осуществлялась хорошо, необходимо выполнение ряда условий:

1. Субъект и объект управления должны соответствовать друг другу. Если они не смогут понять друг друга в процессе работы, то они не реализуют свои потенциальные возможности.

2. Субъект и объект управления должны обладать самостоятельностью. Субъект управления не в состоянии предусмотреть все интересы объекта и возможные варианты его действий в разных ситуациях. Когда в качестве объекта управления являются люди, обладающие своими взглядами, на ситуацию, стремлением, мышлением они должны иметь возможность, реализовать свои возможности на практике.

3. Субъект и объект управления должны быть заинтересованы в четком взаимодействии; один - в отдаче необходимых команд, другой - в их своевременном исполнении [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что спроецировав управление с точки зрения менеджмента на образовательный процесс и рассматривая в качестве субъекта - преподавателя, а в качестве объекта – студента, можно составлять схемы и разрабатывать методы, которые позволят более четко выбрать стиль преподавания и облегчить данный процесс не только для студента, но и для преподавателя.

Также в прямой зависимости от стиля преподавания находится и такой процесс как выбор пути преподавания. На мой взгляд одно из интересных предложений - это рефлексивная практика, под этим термином понимается практика периодических остановок перед принятием решения куда «двигаться» дальше, в ходе которых коллективно осмысливается та или иная ситуация в ближайшем окружении. На первое место выходят опрос и исследование для ознакомления с ранее не учтённым опытом. Публичной формой опроса являются обучающие диалоги, но их участники обмениваются не мнениями, а накопленными в результате личного опыта данными по самым разным вопросам, начиная от социально-политических и заканчивая личностными. Т.е. необходимо создать атмосферу, своеобразное «безопасное пространство», для того, чтобы все участвующие в обсуждении могли раскрыться и внести свой вклад.

На сегодняшний день на первое место выходит не столько организация процесса, как его характеристика со стороны качества. Во всех сферах профессиональной деятельности это является необходимой атрибутивной характеристикой деятельности организации. Так, в сфере образования преподавателей призывают к тому, чтобы побуждали студентов к размышлению и выбирали для этого методы, направленные на

развитие мышления, которые помогают в свою очередь осуществлять процесс обучения [4].

В данной специфике также существуют стили преподавания и обучения (таблица 1).

Чем гибче преподаватель в отношении задач, требующих различных подходов, тем выше его эффективность. Такая же гибкость подхода ожидается и от студентов. Один из способов, с помощью которого преподаватели могут рефлексировать по поводу своей практики, заключается в том, чтобы обдумывать эффекты и результаты при работе с разными учащимися.

Таблица 1.

Характеристика стилей преподавания и обучения

Стиль 1: Я…	**Стиль 2: Я…**
стимулирую стремление студентов к получению нового знания; ценю оригинальность студентов; способствую развитию творчества, предлагая новые ресурсы и методы; обеспечиваю «побуждающую» среду; работаю с масштабными идеями без стандартной структуры или формата; ставлю задачи с несколькими вариантами решений?	делаю акцент на практическом обучении; обеспечиваю структурированные задачи с детальным описанием; поощряю четкие упорядоченные форматы и результаты; способствую развитию творчества через фототипию и реплики; в деталях рассматриваю содержание; ставлю четкие задачи; заканчиваю вовремя?
Стиль 3: Я……..	**Стиль 4: Я……**
поощряю самовыражение и воображение студентов; щедро раздаю похвалы; наслаждаюсь переменами и разнообразием; поощряю задания на сотрудничество; создаю неструктурированную, дружескую среду; развиваю содержание через разнообразие средств, включая артистические, эстетические или литературные?	Делаю акцент на идеи, понятия, теории; анализирую и оцениваю идеи; хочу, чтобы у студентов был банк знаний; владею последовательными и надежными правилами и методиками; не люблю отвлечение внимания; полагаюсь на логические доказательства; мне нужно время для того, чтобы продумать идеи и организовать программы?

Понимание стилей обучения и их характеристик является частью «ящика с инструментами» аналитических и рефлексивных навыков преподавателя. Характеристики этих стилей были определены и включают в себя те, которые перечислены в таблице 2 [4].

Нельзя сказать, что какой-то из стилей обучения и преподавания хуже или лучше других. Каждый из них является весомым для того обучаемого, которого он характеризует.

Существует множество способов, которые можно использовать, стремясь к повышению качества образования, но к этому еще надо добавить потребность в предъявлении своих собственных концепций преподавания. Ведь какие-то дополнительные инструменты могут также

помочь в перестройке своих собственных концепций преподавания, подводя, таким образом, к размышлениям о самых подходящих и эффективных стратегиях преподавания и обучения как для преподавателя, так и для студента.

Таблица 2.

Четыре обусловленных стиля обучения и их характеристики (адаптировано из Butler, 1995)

Стиль А	**Стиль Б**
Хорошо работает самостоятельно; эффективно планирует работу; успевает все делать вовремя; внимательно читает инструкции; осторожно относится к заданиям, где возможно несколько вариантов ответа; хорошо справляется с ведением конспекта; нетерпелив по отношению к другим способам работы; может быть озабочен деталями – не хватает «большой картины»; не всегда способен хорошо работать с другими.	Хорошо организует материал; ему нравится решение проблем; хорошо справляется с написанием работ; точный и тщательный; видит связи между идеями; может запрашивать много информации, прежде чем начать работать; может быть излишне осторожным; не всегда творчески мыслит; хорошо учится с помощью формальных лекций.
Стиль В	**Стиль Г**
Может выдавать творческие решения; может увидеть целостную картину, но есть вероятность пренебрежения деталями; часто заостряет внимание на новых вопросах; может некритически относиться к идеям; категоризация представляет для него трудность; может работать с всплесками энергии; легко отвлекается; реагирует на всевозможные стимулы – видео, музыку, и т.д., стимулирующие реакцию.	Хорошо работает в команде; желает пробовать новые идеи; интуитивен – часто не может объяснить «почему»; наслаждается разнообразием и изменением; предпочитает просмотровое чтение; не склонен планировать заранее; может оттягивать все до последнего момента; не всегда следит за деталями; может испытывать проблемы с организацией времени; дивергентное мышление.

ЛИТЕРАТУРА

1 Школа стандартов // Российская газета. – 2013. - № 6098.

2 Герчикова, И. Н. Менеджмент: Учебник для вузов / И. Н. Герчикова . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ, 2002 . – 501 с.

3 Румянцева З.П. Общее управление организацией: принципы и процессы. – М : ИНФРА-М, 2000 . – 288 с.

4 Адизес И. Стили менеджмента / И. Адизес. – М : «Альпина Бизнес Букс», 2009. – 199 с.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сборник статей,
посвященный 55-летию СТИ НИЯУ МИФИ

Научный редактор: доктор физико-математических наук, профессор
М.Д. Носков

Компьютерное макетирование:
С.А. Кораблева

ISBN 978-5-93915-125-2

Подписано к печати 23.09.2014.
Формат 60x84/16. Бумага ксероксная.
Печать RISO. Усл. печ. л. 12,06. Уч.- изд. л. 6,02.
Тираж 60 экз. Заказ № _____. Цена свободная.
Изд. СТИ НИЯУ МИФИ. Лицензия _____
636036, г. Северск, пр. Коммунистический, 65.
Отпечатано в СТИ НИЯУ МИФИ.