

Ефремов А.А.¹, Носков М.Д.², Филипас А.А.¹, Щипков А.А.²

ВЫБОР ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СКВАЖИННЫХ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

*¹Томский политехнический университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 30,*

*²Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,
e-mail: alexyefremov@tpu.ru*

Добыча урана методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ) является экономически более эффективной по сравнению с иными способами. Важным технологическим элементом добычного комплекса предприятий, применяющих метод СПВ, являются насосные агрегаты (НА), состоящие из центробежных насосов и погружных электродвигателей (ПЭД). Определение адекватной вероятностной модели надежности (ВМН) для ПЭД, как наиболее уязвимого узла НА, позволит повысить рентабельность добычи урана.

В ходе данной работы было проведено исследование трех ВМН ПЭД: 1) модели надежности Вейбулла; 2) модели конкурирующих рисков, предполагающей, что отказы ПЭД происходят по одной из двух несовместных причин; 3) модели, основанной на предположении о том, что распределение наработки до отказа описывается двухкомпонентной смесью распределений Вейбулла (2СРВ).

Для исследования была использована выборка объема $N = 688$ наработок ПЭД мощностью 5,5 кВт, введенных в эксплуатацию с 2010 г. по 2015 г., содержащая как наработки до отказа, так и значения наработок ПЭД, не отказавших к началу 2016 г. Таким образом, анализируемые данные являются многократно цензурированными справа (степень цензурирования $a = 0,145$).

На основе предоставленных данных о наработках ПЭД были определены оценки максимального правдоподобия всех моделей. Использование информационных критериев и критериев согласия, а также анализ гистограммы распределения наработок позволило указать на модель 2СРВ как на наиболее адекватную из рассматриваемых. При этом данная ВМН позволила обнаружить наличие группы двигателей с низкими значениями наработки до отказа, что может свидетельствовать о невыявленных дефектах ПЭД, либо о более тяжелых условиях их эксплуатации.