

2. Попов, В. Б. Оптимизация параметров механизма плющения растительной массы косилки-плющилки прицепной КПП-4,2 / В. Б. Попов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого: научно - практический журнал. - 2008. - № 1. - С.12-20.

3. Повышение надежности работы косилки КПр-9 : дис. на соиск. академ. степ. магистра техн. наук / А. В. Усс; Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. - Гомель, 2018. - 61 с.

4. Джасов, Д. В. Обеспечение работоспособности пассивной системы копирования и подъема адаптеров / Д. В. Джасов, В. Б. Попов, Ю. В. Чупрынин // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2025. – № 1. – С. 32–39.

УДК 621.65

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ТИПА УЭЦН С ПЧ

Чернушевич А.Г. (студент, гр. НР-51)

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
Республика Беларусь*

Актуальность. Объем добычи углеводородного сырья, стабильность и результативность работы нефтегазодобывающих предприятий в настоящий период во многом связаны с эксплуатацией месторождений на поздней стадии их разработки [1, 2]. Большинство скважин эксплуатируются с помощью электроцентробежных насосов (ЭЦН), но несмотря на многообразие имеющихся методик и программных комплексов подбора ЭЦН к скважине, известных на настоящее время, не всегда удается обосновать типоразмер насоса из-за того, что в расчетах не учитывается изменение многих из факторов во времени [3].

Цель работы – увеличение добычи нефти и обеспечение стабильности работы добывающих скважин на месторождениях в поздней стадии разработки.

Анализ полученных результатов. В настоящее время в нефтедобывающей отрасли все большее применение находит частотно-регулируемый привод. Это дает возможность повысить адаптивность установки к возможностям пласта и значительно снизить отрицательный эффект, вызванный несоответствием выбранного типоразмера оборудования требуемому в каждом конкретном случае. При этом из анализа информации поступающей с нефтепромыслов установлено, что использование ПЧ не дает какого-либо прироста межремонтного периода (МРП), потому что существующие методы и алгоритмы управления не учитывают интенсивность расходования ресурса оборудования и не ставят одной из

целей управления его экономию и продление срока службы установки, в то время как увеличение МРП, особенно на высокодебитных скважинах, должно дать значительный экономический эффект. Таким образом, требуется разработка принципиально новых методов и алгоритмов управления установками типа УЭЦН с ПЧ, учитывающих указанные факторы. Это особенно актуально для месторождений с высоким уровнем солеотложений на рабочих органах насоса и их абразивного износа, где происходит более интенсивное расходование ресурса оборудования.

Солеотложения приводят к изменению со временем величины момента статического сопротивления насоса $M_{ст}$. Основной причиной этого является подклинивание рабочих колес из-за отложения на их поверхностях содержащихся в пластовой жидкости солей. Все это происходит на фоне процесса регулирования скорости вращения насоса, которое так же приводит к изменению рабочей точки, при этом момент статического сопротивления насоса на интервале управления имеет тенденцию к увеличению.

Если допустить, чтобы он сравнялся или превысил максимальный момент, развиваемый двигателем, произойдет заклинивание насоса и выход УЭЦН из строя. Поэтому на нефтепромыслах практикуется увеличение величины питающего напряжения ПЭД, что позволяет увеличить максимальный момент, развиваемый двигателем, и тем самым, его перегрузочную способность, снизив этим риск заклинивания. Отрицательным эффектом в данном случае является увеличение тепловых потерь в двигателе.

Исследовав характер протекания процесса солеотложения, можно сделать вывод, что подклинивание рабочих органов насоса происходит в момент пуска установки после ее простоя при циклическом режиме работы скважины или после аварийной остановки [4]. То есть поддержание необходимой перегрузочной способности двигателя необходимо только на время вывода скважины на установившийся режим [5]. В остальное время перегрузочную способность двигателя можно снижать до минимально необходимого уровня, который определяется величиной момента статического сопротивления насоса и требованиями оптимального режима работы двигателя с точки зрения потерь электроэнергии в нем.

При этом возникает необходимость в определении момента статического сопротивления насоса, которая в данном случае представляет собой сложную техническую задачу, так как непосредственное измерение невозможно.

Для организации согласованного управления по частоте и величине питающего напряжения с учетом указанных выше факторов предлагается использовать математическую модель системы «УЭЦН-скважина». Она включает в себя уравнения асинхронного двигателя, насоса и преобразователя частоты, а также уравнения, описывающие темп солеотложения и абразивного износа и учитывающие влияние длинного кабеля и трансформатора.

Уравнения определяют технологический оптимум работы установки УЭЦН и нацелены на согласование производительности установки с возможностями пласта с одной стороны и экономное расходование ресурса насоса и двигателя, с другой. Величина потерь дебита и электроэнергии на выбранном интервале управления определяет экономическую целесообразность принятой стратегии управления и имеет ключевое значение при принятии окончательного решения.

Заключение. Описанная методика отличается от применяемой сейчас на практике. Она обеспечивает увеличение продолжительности МРП за счет экономии ресурса УЭЦН в начальный период эксплуатации, с возможностью последующего его использования на конечном периоде, когда насос работает при повышенных нагрузках.

Благодарность. Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Невзоровой Алле Брониславовне, д.т.н., профессор, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.

Список литературы

1. Фролов, В. В. Оптимизация режима работы глубинно-насосного оборудования на основе цифровых моделей / В. В. Фролов, А. В. Серебренников, А. Б. Невзорова // Нефтегазовый инжиниринг. – 2024. – № 1. – С. 33–40.

2. Фролов, В. В. Цифровой анализ работы механизированного фонда скважин / В. В. Фролов, А. Б. Невзорова // Современные проблемы машиноведения : сборник научных трудов : в 2 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2025. – Часть 2. – С. 167–170.

3. Фролов, В. В. Обеспечение надежности работы подземного оборудования [Электронный ресурс] / В. В. Фролов ; науч. рук. А. Б. Невзорова // МИТРо 2023 – Машиностроение. Инновации. Технологии. Робототехника : тезисы докл. науч.-техн. конф. студентов и молодых ученых / Гомель, 6 декабря 2023 г. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 104.

4. Фролов, В. В. Эффективности эксплуатации насосного оборудования нефтяных скважин в условиях повышенного солеотложения / В. В. Фролов, А. Б. Невзорова // Стратегия и тактика развития производственно-хозяйственных систем : сб. науч. тр. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Ун-т им. Аджинкья Д. Я. Патила ; под ред. М. Н. Андриянчиковой. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 166–169.

УДК 621.865.8

ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБОТОВ

Чуешов М.А. (студент гр. РТ-41)