

Буякова Наталья Васильевна,

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: bn_900@mail.ru

Бугаева Мария Игоревна, Искарин Данил Алексеевич, Карасов Егор Владимирович,

студенты гр. ЭЭ-25-1, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»

ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ

Buyakova N.V., Bugaeva M.I., Iskarin D.A., Karasov E.V.

RATIONAL SELECTION OF ELECTRICAL EQUIPMENT TO INCREASE OIL RECOVERY

Аннотация. Рассмотрены подходы по рациональному выбору оборудования электромеханических комплексов нефтегазодобывающих предприятий и оптимизацией их режима работы для достижения максимального извлечения нефти.

Ключевые слова: выбор оборудования, электромеханические комплексы, нефтегазодобывающие предприятия, оптимизация режима работы.

Abstract. The approaches to the rational selection of equipment for electromechanical complexes of oil and gas production enterprises and the optimization of its operating mode to achieve maximum oil recovery are considered.

Keywords: selection of equipment, electromechanical systems, oil and gas production enterprises, optimization of operating modes.

Производительность добычи углеводородов из скважины напрямую зависит от состояния призабойной зоны пласта (ПЗП) – участка горной породы вокруг скважины. Ключевой характеристикой этой зоны является проницаемость, то есть способность породы пропускать нефть или газ к стволу скважины. Многие пласты имеют высокую пористость, но низкую естественную проницаемость, что позволяет фильтроваться в основном газу, и только при значительном пластовом давлении. Уже на этапе первичного вскрытия пласта – во время бурения и установки обсадных колонн – проницаемость призабойной зоны снижается из-за механической коагуляции: частицы бурового и цементировочного растворов забивают поры и трещины. В дальнейшем, в течение всего срока эксплуатации скважины, проницаемость продолжает ухудшаться из-за попадания в призабойную зону продуктов разрушения породы и асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО). Это приводит к постепенному снижению способности породы пропускать флюиды и, как следствие, к падению дебита скважины [1].

Решить эти проблемы можно правильным выбором оборудования электромеханических комплексов нефтегазодобывающих предприятий и оптимизацией его режима работы.

Одним из основных способов повышения нефтеотдачи служит применение интегрированного многофакторного физико-химического воздействия на ПЗП, направленное на устранение всех основных причин коагуляции в течение одной обработки, а также улучшения фильтрационной способности коллектора.

Этим требованиям на сегодняшний день отвечает технология комплексного водородного и термобарохимического воздействия (КВТБХВ).

В основу технологии комплексного водородного и термобарохимического воздействия положено интегрированное использование аномальных свойств водорода в условиях многостадийного термогазохимического процесса, в ходе которого повышается температура, выделяются различные активные газы, в том числе водород, образуются горячие кислоты – азотная и соляная (в отдельных случаях плавиковая), производится обработка поверхностно-активными веществами [2].

Используемые компоненты при реакции друг с другом в эксплуатационной колонне обеспечивают протекание высокоэнергетических горюче-окислительных процессов, тепловой эффект которых достигает 14-20 МДж/кг. Для получения водорода применяются гидрореагирующие вещества (ГРВ) на основе натрия или алюминия, лития, бора.

Одним из основных положений данной технологии, является экспериментальное подтверждение того, что водород, особенно атомарный, является активатором процесса диффузии и фильтрации, повышает газопроницаемость коллекторов продуктивных пластов в 2-4,5 раза. Также доказано, что газопроницаемость плотных пород коллекторов при проведении водородной активации диффузии не только увеличивается во время процесса, но и сохраняется после завершения обработки.

Другой особенностью данной технологии является организация термобарохимических режимов в ПЗП, при которых в ходе гидролиза ГРВ выделяется атомарный водород, участвующий в процессе гидрокрекинга тяжелых углеводородов и трещинообразования на высокотемпературной стадии процесса обработки.

Принцип действия технологии состоит в закачке через насосно-компрессорные трубы отдельно-последовательно гидрореагирующего состава алюмогидрида натрия (АГН) или алюмогидриднатриевого композита (АГНК), в котором доставку гидрореагирующего вещества производят в герметичных мини-контейнерах из полимерного материала, весовым содержанием 1-3 грамма, в составе технологических жидкостей, в качестве которых используют горюче-окислительные составы на основе комплексных солей.

Электрооборудование является критически важным компонентом при применении технологий комплексного воздействия [3, 4]. Его грамотный подбор, проектирование и эксплуатация обеспечивают не только технологическую реализуемость методов (нагрев, электромагнитное воздействие, насосное обеспечение), но и безопасность, экономическую эффективность и минимизацию экологических рисков.

При применении технологии комплексного водородного и термобарохимического воздействия используются различные приборы и оборудование, назначение и функции которого представлено ниже.

Электролизер – аппарат для электролиза – процесса разложения химических соединений под воздействием электрического тока. Центральный элемент для установки производства водорода.

Силовой трансформатор – электротехническое устройство в сетях электроснабжения с двумя или более обмотками, которое посредством электромагнитной индукции преобразует одну величину переменного напряжения и тока в другую величину той же частоты без изменения передаваемой мощности. Основное назначение силовых трансформаторов – обеспечить безопасную и экономичную передачу и распределение электроэнергии между различными уровнями напряжения в энергосистеме.

Комплектное распределительное устройство (КРУ) – распределительное устройство, собранное из типовых унифицированных ячеек высокой степени готовности, собранных в заводских условиях. Распределительное устройство содержит набор коммутационных аппаратов, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства релейной защиты и автоматики (РЗА) и средства учета и измерения.

Преобразователь частоты – это электронное устройство, которое изменяет частоту переменного тока, подаваемого на электродвигатель. Это позволяет регулировать скорость вращения ротора асинхронного или синхронного электродвигателя в широких пределах без потери мощности.

Силовой привод – это совокупность двигателей и регулирующих их работу систем, которые преобразуют тепловую, электрическую или гидравлическую энергию в механическую работу исполнительных органов машины.

Электрокомпрессоры – это устройства, которые сжимают воздух и подают его под высоким давлением на пневматические инструменты или оборудование.

Электрический нагнетатель – это особый тип нагнетателя для двигателей внутреннего сгорания, в котором используется система принудительной подачи воздуха с электрическим приводом, содержащая электродвигатель для нагнетания давления во впускном коллекторе. Эти агрегаты способствуют повышению давления произведенного водорода до рабочих параметров для закачки в пласт. Они требуют высокомоментных приводов, надежных систем смазки и контроля вибраций, а также соответствия стандартам API (American Petroleum Institute – система классификации моторных масел, разработанная Американским институтом нефти) и материалам, стойким к водородной хрупкости.

Электронагреватели включают в себя резистивные нагреватели, индукционные установки и микроволновые источники, которые создают локальный или зональный прогрев пласта. Их блоки питания и силовая электроника рассчитаны

на высокие мощности, требовательны к системам теплоотвода и к интеграции с системой контроля температуры по длине скважины.

Электроцентробежные и другие электрические насосы (включая насосы ESP (electric submersible pump) – электрический погружной насос и поверхностные насосные станции) обеспечивают движение реагентов и продукции между поверхностью и пластом. Эти насосы требуют комплексных систем электропитания, защиты от перегрузок и схем автоматического управления для поддержания стабильных дебитов.

Системы аккумуляторного хранения энергии (BESS – Battery Energy Storage System) и системы управления энергопотоками используются для балансирования переменной нагрузки электролизеров и компрессоров, для пикового распределения нагрузки и для интеграции возобновляемых источников энергии на площадке с целью снижения потребления ископаемых топлив.

Контроллеры PLC, SCADA и RTU обеспечивают автоматизацию, сбор телеметрических данных и управление процессами в реальном времени. Они интегрируют управление электролизерами, компрессорами, нагревателями и системами безопасности, используют промышленные протоколы (Modbus, OPC UA и др.) и требуют реализации мер кибербезопасности.

Система датчиков включает в себя датчики температуры, давления, расхода и состава газа, газоанализаторы и специализированные датчики водорода. А волоконно-оптические системы (DTS и DAS) обеспечивают распределенный контроль температурного фронта и акустическую детекцию аномалий по длине скважин и трубопроводов.

Системы безопасности и аварийного отключения (ESD), детекторы утечек H_2 , взрывозащитные исполнители, молниезащита и заземление представляют собой критические элементы инфраструктуры, предназначенные для быстрого безопасного вывода оборудования из работы при обнаружении утечек или опасных условий и для минимизации риска искрообразования.

Рассмотренное оборудование позволяет оптимизировать работу электротехнических комплексов нефтегазодобывающих предприятий, регулировать уровень реактивной энергии в системе, что в свою очередь способствует оптимизации использования ресурсов и снижению потерь электроэнергии [5]. Применение такого оборудования в системах электроснабжения предприятий нефтегазодобычи становится особенно актуальным в связи с увеличением потребления электроэнергии и ростом объемов добычи нефти и газа.

Рассмотренные технология и используемое оборудование для повышения нефтеотдачи ПЗП позволяют достичь максимального коэффициента извлечения нефти при соблюдении высоких требований к работе устройств, от которых зависит эффективность метода за счет зависимости точной работы частотных преобразователей, надежности силовых трансформаторов и производительности технологических установок.

Применяемые технологии и оборудование для увеличения нефтеотдачи пластов обеспечивают достижение максимального коэффициента извлечения нефти при условии строгого соблюдения требований к работе основных устройств электротехнических комплексов нефтегазодобывающих предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кравченко О. В., Велигоцкий Д.А., Хабибуллин Р. А.** // Перспективные технологии комплексного воздействия на пласт для разработки трудноизвлекаемых запасов нефти и газа // Труды Российской технической нефтегазовой конференции и выставки SPE по разведке и добыче. (14-16 октября 2014, ВВЦ, Москва), SPE-171676-RU.

2. Патент № 2628342 Российская Федерация, МПК E21B 43/24 (2006.01, C09K 8/592 (2006.01). Способ комплексной водородной термобарохимической обработки продуктивного пласта: № 2016124659: заявл. 21.06.2016: опубл. 16.08.2017 / Хабибуллин Руслан Асгатович (RU), Велигоцкий Дмитрий Алексеевич (UA) ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Петробуст" (RU). – 13 с. : ил. – Текст : непосредственный.

3. **Чаронов, В.Я.** Совершенствование режима потребления электроэнергии на нефтедобывающих предприятиях / В.Я. Чаронов, Б.Н. Абрамович, В.П. Ганский, Ю.В. Коновалов, А.С. Логинов // Нефтяное хозяйство. 1988. № 7. – С. 7-9.

4. **Устинов, Д.А.** Вероятностные характеристики энергопотребления нефтегазодобывающих предприятий / Д.А. Устинов, Ю.В. Коновалов, И.Г. Плотников, А.В. Турышева // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2011. № 4 (135). – С. 90-94.

5. **Konovalov, Y.V.** Optimization of power supply system reactive power compensation at the oil field electrical substation / Y.V. Konovalov, D.N. Nurbosynov // 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 - Proceedings. electronic edition. 2017. – С. 8076228.