

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АЗОТНОЙ УСТАНОВКОЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ МАССИРОВАННЫХ ЗАКАЧЕК АЗОТА В СОСТАВЕ ФЛОТА ДЛЯ ГИДРОРАЗРЫВА НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

Линевич А.А.

Научный руководитель - Матрунчик Ю.Н.

Установка азотная А100 предназначена для безопасного преобразования жидкого азота в газообразное состояние и закачки его под высоким давлением в скважину.

Область применения – ремонт и освоение нефтяных и газовых скважин.

Установка состоит из следующих функциональных узлов: ДВС, кабины с органами контроля и управления, криогенного трехплунжерного насоса, криогенного центробежного насоса, испарителя жидкого азота, смонтированных на основании и кронштейнах каркаса, который представляет собой сварную металлоконструкцию с проушинами для подъема установки. Привод всех механизмов гидравлический с отбором мощности от ДВС.

Жидкий азот по гибким криогенным рукавам поступает из специальной емкости (в состав установки не входит) на вход криогенного центробежного насоса, который подает его с постоянным давлением 0,55 МПа (80-120 psi) на вход НВД. В НВД жидкий азот сжимается до максимального давления 69 МПа (10000 psi) и поступает в испаритель. В испарителе происходит преобразование жидкого азота в газообразный и подогрев его до температуры 16–21 °С, для чего используется остаточное тепло от ДВС, системы смазки НВД и гидросистемы. Далее через нагнетательный клапан азот в виде сжатого газа подается в скважину.

Подача тепла, необходимого для испарения жидкого азота, происходит путем прохождения специальной охлаждающей жидкости через систему теплообменников, использующих тепловую энергию, вырабатываемую оборудованием установки (ДВС, гидросистемой, системой смазки НВД), а охлажденная в испарителе жидкость в свою очередь обеспечивает необходимую температуру для нормальной работы оборудования. Система работает таким образом, что при любых условиях обеспечивается баланс между теплом, необходимым для испарения азота, и теплом, необходимым для нормальной работы двигателя и гидросистемы. Этот баланс поддерживается специальной системой гидронагрева, которая обеспечивает требуемую нагрузку на гидросистему.

Описание процесса массивированной закачки азота

Технология вызова притока нефти и газа из пласта с использованием передвижных азотных газификационных установок (АГУ, ГУ) заключается в том, что газообразный азот нагнетается в скважину (в затрубное или трубное

пространство). Проходя через пусковые муфты азот азерирует и вытесняет жидкость, находящуюся в скважине (в трубном или в затрубном пространстве). При этом происходит постепенное понижение плотности жидкости, которая находится в скважине, достигается понижение забойного давления, что ведет за собой выполнение условия притока из пласта жидкости: $R_{заб} < R_{пл}$.

По мере удаления жидкости из скважины противодействие на пласт можно снизить в необходимых пределах и поддерживать на заданном уровне для проведения геофизических исследований (профиль притока, источник обводнения и т.п.)

Важнейшим техническим агрегатом при азотном освоении, помимо колтюбинга, является азотная компрессорная установка (газификатор). Ее основное предназначение, это создание и подача необходимого объема газообразного азота в трубу колтюбинга. Основными параметрами азотной установки являются максимальный расход и давление азота на выходе. Существует два основных типа компрессоров: установки, преобразующие жидкий азот в газообразный при помощи тепла, и установки мембранного типа, являющиеся мини-заводами и получающие азот из воздуха. Установки мембранного типа не желательны для применения в колтюбинге, так как они не очищают азот до достаточной степени. Азот, полученный с помощью мембранной установки, содержит до 1,9 % кислорода. В итоге, их применение вкуче с колтюбингом ведет к быстрому коррозионному износу дорогостоящей ГНКТ.

Установки, преобразующие жидкий азот в газообразный, также делятся на два типа. Первые используют тепло от сжигания топлива. Данные установки имеют очень высокую производительность и используются в основном при строительстве трубопроводов, однако, они небезопасны. Установки второго типа используют тепло внешней среды для газификации жидкого азота. Данные установки безопасны, используют очищенный жидкий азот и являются оптимальными для применения в различных внутрискважинных операциях, в том числе и освоении.

Максимальное рабочее давление таких азотных установок может превышать 100 МПа, а расход может быть выше 80 м³/мин. Столь широкие технические характеристики позволяют применять их практически при любых скважинных условиях.

Система автоматического управления представляет собой алгоритм управления электро-регулируемыми гидравлическими клапанами, основанный на показаниях различных датчиков, используемых в системе.

После осуществления в ручном режиме предварительного охлаждения трубопроводов и других узлов установки, соприкасающихся с жидким азотом, необходимого для предотвращения испарения жидкого азота в трубопроводах и попадания газа в центробежный насос или НВД (что может вызвать кавитацию и разрушение оборудования насосов) управление переходит в автоматический режим.

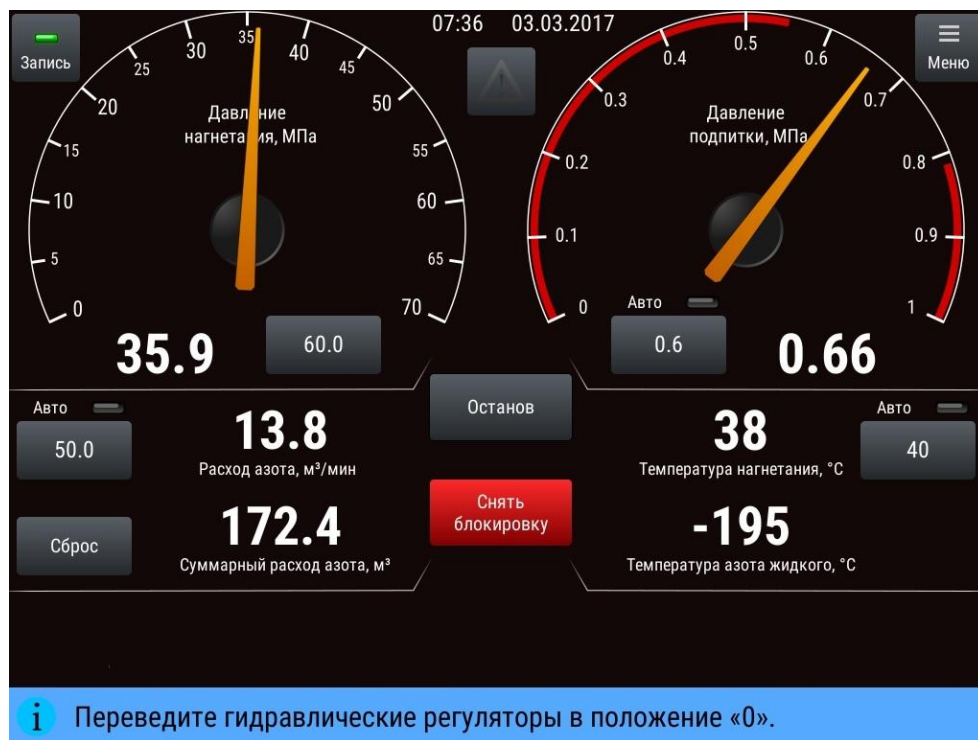


Рисунок 1. Главное окно – сообщение предупредительное

Программа выводит показатели системы на заданный уровень, основанный на поддержании необходимых параметров для продолжения процесса закачки азота в скважину.

Регулируется давление в системе подпитки насоса высокого давления (НВД) жидким азотом, его температура, расход жидкого азота в (НВД), а также необходимая температура теплообменника, рассчитываемая из заданных оператором выходных значений расхода и давления газообразного азота на выходе азотной установки.

Дальнейшее поддержание процесса происходит автоматически, фактические показания датчиков, такие как температура, давление и расход азота, выводятся оператору на панель управления.

В случае невозможности регулирования значений параметров в заданных диапазонах регулирования, либо в аварийных случаях, система остановит процесс закачки азота и просигнализирует оператору о необходимости проведения диагностики.

Литература

1. Руководство по эксплуатации «Установка азотная А100-40.00.000 РЭ»