

УДК 622.276.53

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВИНТОВЫХ НАСОСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН В КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ

RESEARCH WORK SCREW PUMP OPERATION OF WELLS IN CARBONATE RESERVOIRS AT UZEN

Жанатауов А.М.
Уфимский государственный нефтяной
технический университет, г. Уфа,
Российская Федерация

A.M. Zhanatauov
Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, the Russian Federation
e-mail: adil_0590@mail.ru

Аннотация. В данной работе предлагается модернизация УВШН за счет использования установки штангового винтового насоса, которая включает колонну труб со статором, ротор со штангами и центраторами, устанавливаемые соответственно в статоре и колонне труб с возможностью вращения при помощи устьевого привода, причем вход насоса сообщен с обсадной колонной, а выход - с колонной труб.

Annotation. In this work suggest to modernize the sucker rod pumps in the following way - to use installation Rod screw pump, which includes a tubing string with a stator, a rotor with rods and centralizers installed respectively in the stator and the pipe string to be rotated by means of the wellhead drive and pump inlet in communication with the casing column, and the output - to the pipe string.

Ключевые слова: штанговый винтовой насос; статор; устьевой привод; обсадная колонна.

Key words: rod screw pump; a stator; wellhead drive; casing.

Выбор способов эксплуатации скважин составляет одну из важнейших задач комплексного проектирования разработки нефтяных месторождений, тесно взаимосвязанную с другими элементами проекта и существенно влияющую на них и все показатели добычи нефти. Этот принцип заложен в основу всех современных методик составления технологических схем и проектов разработки, хотя он нередко выполняется не в полной мере.

Способ добычи нефти выбирался на ограниченный срок и, самое главное, уже после установления и обчета всех гидродинамических параметров проекта, т.е. этому элементу отводилась второстепенная роль. В результате нередко выбор способа эксплуатации на практике приобретал случайный характер и в лучшем случае основывался на текущей характеристике скважин, которая, как известно, существенно меняется с течением времени. Отсюда, как следствие, на старых месторождениях наблюдались частые смены способов эксплуатации, например, ЭЦНУ на ВШНУ или, наоборот, ШСНУ на газлифт и т.д., производимые без согласования с параметрами применяемой системы разработки залежи. Подобная практика дорого обходится производству из-за смены способов эксплуатации скважин в процессе разработки.

По новой концепции способ эксплуатации скважин должен рассматриваться наравне с другими параметрами как один из факторов, определяющих варианты системы разработки месторождения.

Особо следует отметить тесную взаимосвязь между способом добычи нефти и интенсивностью воздействия на пласт. В некоторых работах подробно показано, что для насосных способов существует тесная зависимость производительности, надежности, КПД и экономичности от высоты подъема жидкости, а для газлифтных способов – от относительного погружения подъемных труб. В связи с этим приобретает особое значение детальное технико-экономическое сопоставление ряда вариантов различной интенсивности заводнения в сочетании с применением разных способов добычи нефти или же в пределах возможностей одного способа, наилучшим образом отвечающего другим условиям работы скважин.

Таким образом, выбор способа добычи нефти из нефтяных и нефтегазовых скважин – основа последующей эффективной их эксплуатации. Он зависит от комплекса причин, но результирующим фактором должна быть экономическая целесообразность.

Одним из технических средств используемой сегодня в нефтяной промышленности являются винтовые штанговые насосные установки. Простота конструкции и уникальные характеристики ВШНУ позволяют эффективно использовать их в различных технологических процессах. В настоящее время во всем мире наблюдается пик интереса к винтовым насосам и по мнению экспертов в дальнейшем область применения таких насосов и технологий с их использованием будет расширяться.

Как показывает промысловый опыт, установки ЭВН следует внедрять преимущественно в таких районах, где эксплуатация другого оборудования малоэффективна или совсем невозможна. Это в основном относится к месторождениям со сложными условиями эксплуатации, такими, например,

как с высоковязкой нефтью, с большим содержанием газа при высоком давлении насыщения, с низким коэффициентом продуктивности и др.

Главное преимущество погружных винтовых насосов по сравнению с погружными центробежными состоит в том, что с повышением вязкости до определенных пределов (200 сП) параметры насоса остаются практически неизменными, в то время как параметры центробежного насоса с увеличением вязкости резко снижаются. А при вязкости более 200 сП эксплуатация погружных центробежных насосов становится невозможной.

Следует отметить, что одним из осложняющих факторов добычи нефти является повышенное газо-содержание пластовой жидкости. В данных условиях эффективно применять винтовые насосы, так как наличие 50% свободного газа на приеме насоса не вызывает снижения его рабочих характеристик.

Винтовые насосы также эффективно применять в искривленных скважинах. Во-первых, угол наклона ствола скважины в месте установки винтового насоса не влияет на его рабочие параметры.

Во-вторых, установки ЭВН имеют незначительную длину, что облегчает прохождение скважинного агрегата по наклонно-направленной скважине.

Винтовые насосы приспособлены к перекачке пластовой жидкости с повышенным содержанием механических примесей (до 400 мг/л).

Поэтому мной была выбрана тема по исследованию работы винтовых насосов при эксплуатации скважин в карбонатных коллекторах на месторождении Узень, которое находится на Западе Казахстана.

Все выше перечисленные преимущества установок электропогружных винтовых насосов требуют

более детального изучения существующих и новых видов конструкций и указывают на актуальность данной темы.

Месторождение Узень расположено в степной части Южного Мангышлака и административно входит в состав Каракиянского района Мангистауской области Республики Казахстан. Территория области малообжитая. Областной центр г.Актау находится 150 км от месторождения Узень.

По состоянию на 01.01.2015 г. эксплуатационный фонд добывающих скважин 13-18 горизонтов (основной свод и купола) составляет 3095, в том числе действующих 3016, бездействующих-79.

Как следует из данных, представленных в таблице 1, по состоянию на 01.01.2015 г. фонтанным способом эксплуатируется только 1,66 % действующего фонда. Основной фонд добывающих скважин эксплуатируется механизированным способом (98,34 %), в том числе 2897 скважин (98 %) установками плунжерных штанговых насосов (УПШН), 31 скважина (1%) - установками электроцентробежных насосов (УЭЦН) и 37 скважин (1 %) — установками винтовых штанговых насосов (УВШН).

Как следует из данных, представленных в таблице 2, наиболее частыми отказами по всем типам насосов являются обрыв штанг — 35 %, деформация эластомера-24 %, зафиксированное практически на всех скважинах, аварии подземного оборудования-17 %.

Деформация эластомера и попадание в насос большого количества песка и мехпримесей приводит к заклиниванию ротора в статоре.

Профилактика по удалению отложений парафина в скважинах, оборудованных УВШН, затруднена,

Таблица 1. Состояние фонда скважин по состоянию на 01.01.2015 г.

№№ п/п	Фонд скважин	Способ эксплуатации	Количество (%)
1	Добывающие	Действующие	3015 (100 %)
		в т.ч. фонтанные	50 (~1,66 %)
		Механизированные	2965 (98,34 %)
		из них ШГНУ	2897 (98%)
		УЭЦН	31 (1%)
		УВШН	37 (1%)
	Бездействующие	79	
2	Нагнетательные	Действующие	740
		Бездействующие	67

Таблица 2. Объем внедрения УВШН и причины отказов

Производитель УВШН	Всего скв.	Всего отказов	в т.ч. по причинам отказа						
			обрыв штанг	отворот штанг	авария с ПО	заклин	деформац. эластомер	АСПО	прочие
Всего	105	234 (100%)	79 (35%)	8 (3%)	39 (17%)	22 (9%)	57 (24%)	17 (7%)	12 (5%)
КанаРосс	11	27 (12%)	8 (30%)	1 (4%)	7 (26%)	2 (7%)	6 (22%)	1 (4%)	2 (7%)
НЕТЧ	16	24 (10%)	6 (25%)		8 (33%)	3 (13%)	4 (17%)	1 (4%)	2 (8%)
АЗНО	78	183 (78%)	65 (36%)	7 (4%)	24 (13%)	17 (9%)	47 (26%)	15 (8%)	8 (4%)

так как при промывке подземного оборудования требуется подход бригады подземного ремонта для снятия насосного агрегата.

Одной из причин неудовлетворительной работы винтовых насосов на месторождении, возможно, является плохая совместимость типа эластомера со скважинной жидкостью. Выбор эластомерных компонентов насоса ограничивается рабочей температурой и присутствием агрессивных химических веществ в добываемой продукции. Учитывая, что на месторождении нередко приходится прибегать к химическим обработкам и к закачке химреагентов, важно, чтобы была обеспечена совместимость этих реагентов со скважинным подземным оборудованием.

Исходя из выше сказанного я предлагаю модернизировать УВШН следующим образом – использовать установку штангового винтового насоса, которая включает колонну труб со статором, ротор со штангами и центраторами, устанавливаемые соответственно в статоре и колонне труб с возможностью вращения при помощи устьевого привода, причем вход насоса сообщен с обсадной колонной, а выход – с колонной труб.

Новым является то, что колонна труб снабжена пакером, размещаемым выше места сообщения входа насоса с обсадной колонной, а внутри колонны труб выше статора размещен узел герметизации, изолирующий пространство между колонной штанг

и колонной труб с образованием внутритрубных верхней и нижней полостей, сообщенных с обсадной колонной выше пакера, причем верхняя полость сообщена через обратный клапан, при этом обсадная колонна на устье сообщена с линией отбора продукции пласта скважины, а верхняя полость колонны труб – с линией нагнетания.

Новым является также то, что штанга, взаимодействующая с узлом герметизации, выполнена в виде полированного штока, причем длина части штока, располагаемой ниже узла герметизации, больше длины ротора, а также то, что устьевой шток, штанги и ротор выполнены полыми с возможностью сообщения устья скважины с обсадной колонной ниже пакера.

Такое выполнение установки штангового винтового насоса позволяет исключить взаимодействие вращающейся колонны штанг с вязкой нефтью при ее подъеме на поверхность, предотвратить образование высоковязкой водонефтяной эмульсии при добыче обводненной нефти, снизить нагрузки на колонну штанг и привод, что ведет к экономии электроэнергии и повышению межремонтного периода работы установки, а также расширить технологические возможности установки за счет осуществления постоянной гидравлической связи полости обсадной колонны, сообщенной с входом насоса с устьем скважины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Добрынин, В. М. Деформации и изменение физических свойств коллекторов нефти и газа / В.М. Добрынин. - М., Недра, 1970. – 237 с.
- Голф-Рахт, Т. Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов / Т.Д. Голф-Рахт. - М., Недра, 1986. – 338 с.
- Имашев, Н.У., Чакабаев, С.Е., Токарев, В.П. и др. Отчёт по подсчёту запасов нефти месторождения Узень Гурьевской области Западно-Казахстанского края Казахской ССР по состоянию на 1 ноября 1983 г. Отчёт МНГР и КазНИГРИ. Фонд ПФ «Озенмунайгаз», 1984
- Кочетов, М.Н. и др. Подсчёт запасов нефти и растворённого газа месторождения Узень по состоянию на 01.08.65. Отчёт ВНИИнефти по теме 331. Фонд ПФ «Озенмунайгаз», 1966г.
- Протокол заседания ГКЗ СССР № 4883 от 13.05.1966 года. Фонд ПФ «Озенмунайгаз», 1966
- Коростышевский, М.Н., Попова, Л.А., Черницкий, А.В. и др. Распределение балансовых и извлекаемых запасов нефти месторождения Узень по блокам, пластам и типам коллекторов различной проницаемости. Отчёт КазНИПИнефти по теме 214. Фонд КазНИПИнефти, 1999г.
- Протокол заседания ЦКЗ МНП СССР № 21 от 10.04.1980 года. Фонд ПФ «Озенмунайгаз», 1980
- Коростышевский, М.Н., Малютина, А.Е., Кувандыкова, З.А. и др. «Пересчёт запасов нефти и газа 13-18 горизонтов месторождения Узень Мангистауской области по состоянию на 01.01.2010 г.» Договор №1710-17. Отчёт АО «КазНИПИМунайгаз». Договора Актау, 2011.
- Бахтизин Р.Н., Уразаков К.Р., Ризванов Р.Р. Новая конструкция насосной штанги. — Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2011. № 4. С. 66-73.
- Кондратович, Ю.В., Алёшина, А.В. Обработка и интегрированная интерпретация материалов МОГТ-3Д, данных ГИС и ВСП, построение детальных геологических моделей по месторождению Узень. Отчёт ОАО «ЦГЭ». Фонд ПФ «Озенмунайгаз», 2004г.
- Маир, К., Мак Дональд, И. Отчёт о проведении специального анализа керна по скважине ГУ57-6602 Узенского месторождения (Западный Казахстан). Отчёт № АФ759, Робертсон Ресёрч Интернейшнл Лимитед. Фонд ПФ «Озенмунайгаз», 2004г.
- Методические указания по созданию постоянно-действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений (часть 1. Геологические модели), М., ОАО «ВНИИОЭНГ», 2003г.
- Лалаева, З.А. Требования к оформлению тестовых и графических учебных документов: практическое пособие / З.А. Лалаева, В.Г. Слесарева. – Уфа: ООО «Монография», 2008.- 165 с.
- Розенберг, М. Д., Сафронов, С. В., Ковалев, А. Г. и др. Создание научных основ разработки месторождений высокопарафинистых нефтей путем поддержания пластового давления и пластовой температуры и широкомасштабное внедрение этого способа разработки в промышленность. Отчет ВНИИ, М., 1980 г.
- Ковалев, А. Г. О поддержании давления на месторождении Узень путем закачки воды в пласт / А.Г. Ковалев // Нефтяное хозяйство.- 1967.- № 8, с. 38-41.
- Проведение комплексных исследований керна с целью обоснования выработки запасов нефти месторождения Узень. Отчет ВНИИнефть по договору 216.93. М., 1994 г.
- Уразаков К.Р., Бахтизин Р.Н., Исмагилов С.Ф., Топольников А.С. Расчет теоретической динамограммы с учетом осложнений в работе скважинного штангового насоса. Нефтяное хозяйство. 2014. № 1. С. 90-93.

18 Изучение анизотропии напряженного состояния и проницаемости пород продуктивных пластов на ориентированном керне и ее влияния на многофазную фильтрацию. Отчет ВНИИнефть по договору ВФ-АБ/1-11, М., 1996 г.

19 Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) материалов по подсчету запасов нефти, природного газа, конденсата и попутных компонентов, Алматы, 1997 г.

20 Отчет «Авторский надзор и научно – методическое обеспечение работ по расширению объемов закачки растворов ПАВ на месторождении Узень», КазНИПИнефть 1990.- 16 с.

21 Единые правила охраны недр (ЕПОН) при разработке месторождений полезных ископаемых в Республике Казахстан. А., РК, 1999.

22 РД 153-39.0-109-01. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. - М.: 2002.- 75 с.

REFERENCES

1 Dobrynin, V. M. Deformacii i izmenenie fizicheskikh svojstv kollektorov nefiti i gaza / V.M. Dobrynin. - M., Nedra, 1970. – 237 s.

2 Golf-Raht, T. D. Osnovy neftepromyslovoj geologii i razrabotki treshchinovatykh kollektorov / T.D. Golf-Raht. - M., Nedra, 1986. – 338 s.

3 Imashev, N.U., CHakabaev, S.E., Tokarev, V.P. i dr. Otchyot po podschyotu zapasov nefiti mestorozhdeniya Uzen' Gur'evskoj oblasti Zapadno-Kazahstanskogo kraja Kazahskoj SSR po sostoyaniyu na 1 noyabrya 1983 g. Otchyot MNGR i KazNIGRI. Fond PF «Ozenmunajgaz», 1984

4 Kochetov, M.N. i dr. Podschyot zapasov nefiti i rastvoryonnogo gaza mestorozhdeniya Uzen' po sostoyaniyu na 01.08.65. Otchyot VNIInefti po teme 331. Fond PF «Ozenmunajgaz», 1966g.

5 Protokol zasedaniya GKZ SSSR № 4883 ot 13.05.1966 goda. Fond PF «Ozenmunajgaz», 1966

6 Korostyshevskij, M.N., Popova, L.A., C. Hernickij, A.V. i dr. Raspreделение balansovykh i izvlekaemykh zapasov nefiti mestorozhdeniya Uzen' po blokam, plastam i tipam kollektorov razlichnoj pronicaemosti. Otchyot KazNIPInefti po teme 214. Fond KazNIPInefti, 1999g.

7 Protokol zasedaniya CKZ MNP SSSR № 21 ot 10.04.1980 goda. Fond PF «Ozenmunajgaz», 1980

8 Korostyshevskij, M.N., Malyutina, A.E., Kuvandykova, Z.A. i dr. «Pereschyt zapasov nefiti i gaza 13-18 gorizontov mestorozhdeniya Uzen' Mangistauskoy oblasti po sostoyaniyu na 01.01.2010 g.» Dogovor №1710-17. Otchyot AO «KazNIPmunajgaz». Dogovora Aktau, 2011.

9 Bahtizin R.N., Urazakov K.R., Rizvanov R.R. Novaya konstrukciya nasosnoj shtangi. — EHlektronnyj nauchnyj zhurnal Neftegazovoe delo. 2011. № 4. S. 66-73.

10 Kondratovich, Y.V., Alyoshina, A.V. Obrabotka i integrirovannaya interpretaciya materialov MOGT-3D, dannyh GIS i VSP, postroenie detal'nykh geologicheskikh modelej po mestorozhdeniyu Uzen'. Otchyot OAO «CGEH». Fond PF «Ozenmunajgaz», 2004g.

11 Mair, K., Mak Donal'd, I. Otchyot o provedenii special'nogo analiza kerna po skvazhine GU57-6602 Uzenskogo mestorozhdeniya (Zapadnyj Kazahstan). Otchyot № AF759, Robertson Resyorch Internejshnl Limited. Fond PF «Ozenmunajgaz», 2004g.

12 Metodicheskie ukazaniya po sozdaniyu postoyanno-dejstvuyushchih geologo-tekhnologicheskikh modelej neftyanykh i gazonefityanykh mestorozhdenij (chast' 1. Geologicheskije modeli), M., OAO «VNIIOEHNG», 2003g.

13 Lalaeva, Z.A. Trebovaniya k oformleniyu testovykh i graficheskikh uchebnykh dokumentov: prakticheskoe posobie / Z.A. Lalaeva, V.G. Slesareva. – Ufa: OOO «Monografiya», 2008.- 165 s.

14 Rozenberg, M. D., Safronov, S. V., Kovalev, A. G. i dr. Sozdanie nauchnykh osnov razrabotki mestorozhdenij vysokoparafinistykh neftej putem podderzhaniya plastovogo davleniya i plastovoj temperatury i shirokomasshtabnoe vnedrenie ehtogo sposoba razrabotki v promyshlennost'. Otchet VNII, M., 1980 g.

15 Kovalev, A. G. O podderzhanii davleniya na mestorozhdenii Uzen' putem zakachki vody v plast / A.G. Kovalev // Neftyanoe hozyajstvo.- 1967.- № 8, s. 38-41.

16 Provedenie kompleksnykh issledovaniy kerna s cel'yu obosnovaniya vyrabotki zapasov nefiti mestorozhdeniya Uzen'. Otchet VNIIneft' po dogovoru 216.93. M., 1994 g.

17 Urazakov K.R., Bahtizin R.N., Ismagilov S.F., Topol'nikov A.S. Raschet teoreticheskoy dinamogrammy s uchedom oslozhnenij v rabote skvazhinного shtangovogo nasosa. – Neftyanoe hozyajstvo. 2014. № 1. S. 90-93.

18 Izuchenie anizotropii napryazhennogo sostoyaniya i pronicaemosti porod produktivnykh plastov na orientirovannom kerne i ee vliyaniya na mnogofaznuyu fil'traciyu. Otchet VNIIneft' po dogovoru VF-AB/1-11, M., 1996 g.

19 Instrukiya o soderzhanii, oformlenii i poryadke predstavleniya v Gosudarstvennyy komissiyu po zapasam poleznykh iskopaemykh (GKZ) materialov po podschetu zapasov nefiti, prirodnogo gaza, kondensata i poputnykh komponentov, Алматы, 1997 g.

20 Otchet «Avtorskij nadzor i nauchno – metodicheskoe obespechenie rabot po rasshireniyu ob'emov zakachki rastvorov PAV na mestorozhdenii Uzen'», KazNIPIneft' 1990.- 16 s.

21 Edinye pravila ohrany neдр (EPON) pri razrabotke mestorozhdenij poleznykh iskopaemykh v Respublike Kazahstan. А., РК, 1999.

22 RD 153-39.0-109-01. Metodicheskie ukazaniya po kompleksirovaniyu i ehtapnosti vypolneniya geofizicheskikh, gidrodinamicheskikh i geohimicheskikh issledovaniy neftyanykh i neftegazovykh mestorozhdenij. - M.: 2002.- 75 s.

*Жанатауов А.М., магистрант кафедры «Технологические машины и оборудование», УГНТУ, г.Уфа, Российская Федерация
A.M. Zhanatauov, undergraduate student of the Chair «Technological Machinery and Equipment», USPTU, Ufa, the Russian Fed e-mail: adil_0590@mail.ru.*