



УДК 622

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛУНЖЕРНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ В СИСТЕМЕ ППД

### IMPROVE THE RELIABILITY AND ENERGY EFFICIENCY IN THE PPD SYSTEM DUE TO THE APPLICATION OF THE PLUNGER PUMPING ASSEMBLY

**Фарухшин Айдар Ильдусович**

Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
FARUKHSHINAI@bashneft.ru

**Farukhshin Aida Ildusovich**

Ufa state petroleum technological university  
FARUKHSHINAI@bashneft.ru

**Аннотация.** На сегодняшний день в нефтегазодобывающей промышленности для сохранения высокого уровня добычи углеводородов используется система поддержания пластового давления (ППД). На систему ППД расходуется большое количество энергоресурсов предприятий, до 31 % от общей структуры потребления. Для сокращения затрат на закачку воды в пласт предлагается заменить центробежные насосы на насосы объемного действия, плунжерные насосы. Проведен анализ работы центробежных и плунжерных насосов, рассмотрены преимущества и недостатки плунжерных насосных агрегатов.

**Ключевые слова:** плунжерный насосный агрегат, КПД, энергоэффективность, поддержание пластового давления, центробежные насосы.

**Annotation.** To date, in the oil and gas industry to maintain a high level of hydrocarbon production, a reservoir pressure maintenance system is used. The PPD system consumes a large amount of energy resources of enterprises, up to 31 % of the total consumption structure. To reduce the cost of pumping water into the reservoir, it is proposed to replace centrifugal pumps with volumetric pumps and plunger pumps. The analysis of the work of centrifugal and plunger pumps, the advantages and disadvantages of plunger pumping units.

**Keywords:** plunger pumping unit, efficiency, energy efficiency, reservoir pressure maintenance, centrifugal pumps.

Поддержание пластового давления является достаточно энергоемким процессом, на который приходится до 31 % всех затрат нефтедобывающих предприятий на электроэнергию [1]. Это обусловлено традиционным использованием в системах ППД центробежных насосов, в том числе малорасходных ЦНС 25, 40, 45, 63. Вопрос повышения энергоэффективности производства с каждым днем становится все значимее. Энергоэффективные технологии непрерывно внедряются в производственные процессы крупных нефтегазовых компаний. Особенно актуальным направлением для предприятия становится увеличение энергоемкости процессов добычи и подготовки нефти [1].

Вследствие конструктивных недостатков, при эксплуатации ЦНС модельного ряда 25 ... 63 мы имеем низкий коэффициент полезного действия (КПД) 35–50 %, высокий удельный расход электроэнергии (УРЭ), высокий показатель потерь электроэнергии в узлах насоса, износ проточной части и износ запорной арматуры (при работе на закрытую задвижку). Найдем удельный расход электроэнергии в зависимости от КПД по формуле (1) [3], при КПД от 30 до 50 % – УРЭ составляет от 8 до 12 кВт·ч/м<sup>3</sup>. Насос ЦНС – это оборудование секционного типа со множеством лопастей, колес и других элементов, каждый из которых вносит свой «вклад» в снижение КПД [2].

$$\varepsilon_n = 0,00272 \cdot \frac{H}{\eta_d \cdot \eta_n}, \quad (1)$$

где  $H$  – действительный напор, м;  $\eta_d$  – КПД электродвигателя;  $\eta_n$  – КПД насоса.

Хорошей альтернативой применения ЦНС могут служить насосы объемного действия плунжерного типа. Преимуществами плунжерных насосов являются высокий КПД (до 90 %), низкий удельный расход электроэнергии, (теоретический УРЭ по формуле (1) до 4,5 кВт·ч/м<sup>3</sup>), а также возможность регулировать объем закачки при неизменных напорных характеристиках. В отличие от ЦНС объемные насосы характеризуются существенно меньшими потерями на трение жидкости в проточной части, а потери, обусловленные вихреобразованием и дисковым трением, полностью отсутствуют. Соответственно КПД объемного типа насосов выше, чем секционных. В таблице 1 показаны характеристики эксплуатации насосов различных заводов изготовителей.

Как показал опыт эксплуатации плунжерных насосов [1] внедрение данного типа насосов подтвердило заявленные характеристики, надежность и энергоэффективность. При сопоставимых характеристиках подачи и напора удельный расход электроэнергии в 2,2 раза ниже, по сравнению с ЦНС-40, средний КПД составляет 84 %.

Несмотря на свои преимущества, в ходе эксплуатации специалисты столкнулись с выходами из строя по аварийным причинам плунжерных насосов [2]. Основными причинами являлись: износ плунжерных уплотнений, слом муфты маслонасоса электродвигателя, засорение и смятие фильтра тон-



кой очистки, выход из строя маслоохладителя по причине коррозионного износа. Многие из этих проблем удалось решить, однако такие проблемы как разрушение гайки плунжера, образование микротрещин на основании плунжера, слом пружин и клапанов, которые происходили вследствие эффекта гидроудара и вибраций в механической части, остались нерешенными, так как они связаны, в первую очередь, с принципом работы плунжерных насосов.

Таблица 1 – Характеристики эксплуатации насосов различных заводов изготовителей [1]

Тип насоса	Место установки (КНС)	Наработка, ч	Q, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Расчетный КПД, %	УПЭ, кВт·ч/м <sup>3</sup>	Кэспл.
Верико	86а	17 618	33	1 050	84,8	3,16	0,82
	86	17 135	34	893	85,0	2,92	0,90
	175	5 417	38	910	82,0	2,91	0,88
	80	12 740	31	1 328	83,3	3,50	0,81
В среднем			34	1 045	83,8	3,12	0,85
СИН-46	2	6 031	18,3	1 240	82,8	3,21	0,897
СИН-50	81	246	41,3	1 350	80,1	3,9	0,263
	85	533	42,6	1 100	86,0	2,9	0,532
В среднем			41,95	1 225	83,1	3,4	0,398

Для снижения вибрации в механической части и пульсаций в гидравлической части, рекомендуется соединение насоса, на входе и выходе, проводить резиновыми рукавами высокого давления (РВД) марки SAE-100-R2 от 2 до 5 метров с каждой стороны. РВД имеют ряд дополнительных преимуществ перед стальными трубопроводами: поглощение пульсации давления при работе плунжерных агрегатов, низкий удельный вес, высокая стойкость к агрессивности среды, в том числе электрохимической коррозии, повышенная устойчивость к гидроабразивному износу, облегченный монтаж насосного агрегата, низкая теплопроводность.

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение плунжерного насосного агрегата позволит:

1. Повысить КПД кустовых насосных станций до 90 %;
2. Снизить удельный расход электроэнергии до 4,5 кВт·ч/м<sup>3</sup>;
3. Применение рукавов высокого давления позволит повысить надежность плунжерных насосов и снизить пульсации гидравлического давления.

#### Литература:

1. Гилязов В.М. Опыт и перспективы применения насосов объемного действия отечественного производства в системе ППД НГДУ «Елховнефть» / В.М. Гилязов, Д.В. Ксенофонтов // Инженерная практика. – 2015. – № 7. – С. 32–37.
2. Данилов О.В. Проблемные вопросы при обслуживании плунжерных насосных агрегатов, эксплуатирующихся в системе ППД ПАО «Татнефть» // Инженерная практика. – 2015. – № 6.
3. Копытов Ю.В. Экономия электроэнергии в промышленности / Ю.В. Копытов, Б.А. Чуланов // Энергия. – 1988.
4. Паспорт, руководство по эксплуатации : БЛ-01.01.000-09 ПС, РЭ. – Тверь, 2018.
5. Шайдаков В.В. Прочность полимерных армированных трубопроводов малого диаметра / В.В. Шайдаков [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2011. – № 3. – С. 32–34.
6. Шайдаков В.В. Насосные дозировочные системы для осложненных условий нефтедобычи / В.В. Шайдаков, А.Р. Людвицкая, А.Л. Сухоносков, А.В. Пензин // Palmurium Academic Publishing. – 2015. – 114 с.
7. Шайдаков В.В. Полимерные армированные трубопроводы в современных гидравлических системах / В.В. Шайдаков, К.В. Чернова, А.В. Пензин // Инфра-Инженерия. – 2018. – 228 с.

#### References:

1. Giljazov V.M. Experience and prospects of the domestically produced volumetric pumps application in the RPM system of NGDU «Elkhovneft» / V.M. Giljazov, D.V. Ksenofontov // Engineering practice. – 2015. – № 7. – P. 32–37.
2. Danilov O.V. Problems in maintenance of plunger pump units operated in the RPM system of PJSC TATNEFT // Engineering practice. – 2015. – № 6.
3. Kopytov Yu.V. Electricity saving in industry / Yu.V. Kopytov, B.A. Chulanov // Energy. – 1988.
4. Passport, operation manual : БЛ-01.01.000-09 ПС, РЭ. – Tver, 2018.
5. Shaydakov V.V. Strength of the polymeric reinforced pipelines of small diameter / V.V. Shaydakov [et. al.] // Neftegazovoye delo. – 2011. – № 3. – P. 32–34.
6. Shaydakov V.V. Pump dosing systems for the complicated oil production conditions / V.V. Shaydakov, A.R. Ludvinskaya, A.L. Sukhonosov, A.V. Penzin // Palmurium Academic Publishing. – 2015. – 114 p.
7. Shaydakov V.V. Polymer reinforced pipelines in the modern hydraulic systems / V.V. Shaydakov, K.V. Chernova, A.V. Penzin // Infra-Engineering. – 2018. – 228 p.