

## АНАЛИЗ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СЕРВИСА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН С ЦЕЛЬЮ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ

*Киреев С.О., Корчагина М.В., Савченко А.И.*

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону*

**Ключевые слова:** цементируемый комплекс, насосная установка, монтажная рама, металлоемкость, частотный преобразователь.

**Аннотация.** В статье приводится анализ насосных установок, выявляются их недостатки с целью улучшения компоновки конструкции, для сокращения габаритов и оптимизации массы.

**Введение.** При проведении различных технологических операций в нефтяных и газовых скважинах, включая цементирование, гидравлический разрыв пластов, кислотную обработку, промывку песчаных пробок и другие промывочно-продавочные работы, применяются насосные установки, которые обеспечивают выполнение вышеперечисленных работ [1].

Цементируемый комплекс включает в себя насосную установку, смонтированную на раме и состоит из следующих элементов: монтажной рамы, трансмиссии, трехплунжерного насоса высокого давления, мерного бака, водоподающего насосного блока, манифольда, системы управления, вспомогательного трубопровода и электрооборудования.

Существует разделение насосных установок на морские и наземные. В соответствии с их расположением, необходимо соблюдение определенных правил.

### **Требования к насосным установкам**

Наземные насосные установки обязаны соответствовать следующим требованиям [2].

– Размещение насосных станций следует выполнять в соответствии с требованиями законодательства о градостроительной деятельности, технических регламентов и проектной документации.

– При установке насосных агрегатов должны быть соблюдены непрерывность их работы (теплоизоляция, обогрев насосов и трубопроводов, наличие систем продувки, промывки, пропарки насосов и трубопроводов).

– Так же необходимо наличие исправного заземления электродвигателей, находящихся на одной раме с насосами.

– Закрытые насосные станции должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.

– Места расположения насосных станций должны быть оборудованы грузоподъемными устройствами для ремонта оборудования.

Аналогичные требования для установки морского базирования включают следующие пункты [3].

– Насосное оборудование должно быть защищено от прямого действия атмосферных осадков. Насосы следует устанавливать под специальными навесами, этажерками технологических установок или эстакадами.

– Для защиты насосных агрегатов площадку следует оборудовать съемными, разборными или передвижными щитовыми ограждениями по всему периметру или со стороны преобладающего направления ветров. В верхней и нижней частях ограждений должны быть проемы, обеспечивающие естественную вентиляцию для безопасной работы установки.

– Уровень площадки под насосные агрегаты должен быть выше прилегающей территории (не менее чем на 100 мм). Прилегающая к площадке территория должна быть спланирована с уклонами, обеспечивающими отвод атмосферных осадков от площадки.

– Площадки, на которых установлены насосные агрегаты, должны быть оборудованы специальными канавками для отвода утечек и незамерзающей дренажной, системой с отстойниками или дренажным резервуаром.

– Площадки, на которых установлены насосные агрегаты, должны быть оборудованы либо стационарными подъемно-транспортными средствами для механизации монтажно-сборочных работ.

– Насосная установка должна обладать компактностью для расположения ее в строго отведенном для этого месте.

Рассмотрим морские насосные установки ведущих мировых производителей (рис. 1).



а



б



в

Рис. 1. Насосные установки ведущих мировых производителей:  
а – TWS600S (фирма Kerr); б – TT-660 (фирма Tusla); в – НВД с двигателем ЯМЗ и трансмиссией БелАз (Фирма Novateh Service)

Основные агрегаты установок морского базирования от ведущих мировых производителей рассмотрены в таблице 1.

Технические характеристики установок рассмотрены в таблице №2.

Табл. 1. Основные комплектующие установок

Фирма KERR	Фирма Tusla	Фирма Novateh Service
<p>Основные агрегаты:</p> <p>1) Буровой насос KERR TWS600S с установленными гильзами и поршнями диаметром 4,5” (114,3 мм)</p> <p>2) Открытая платформа skid с петлями для подъема, с установленной рамой для создания тентового укрытия</p> <p>3) Двигатель CUMMINS или CAT с системой водяного охлаждения, генератор, стартер и аккумулятор 24V</p> <p>4) Трансмиссия Eaton Fuller 6 скоростей с ручным или автоматическим переключением</p>	<p>Основные агрегаты:</p> <p>1) Буровой насос TULSA TT-560</p> <p>2) Открытая платформа SKID типа салазки</p> <p>3) Двигатель CAT C-15 (540 л/с) промышленный дизельный двигатель с водяным охлаждением</p> <p>4) Трансмиссия Eaton Fuller с ручным переключением, 10 скоростей</p>	<p>Основные агрегаты:</p> <p>1) Пяти плунжерный типа SPM-1000</p> <p>2) Закрытая платформа контейнерного типа</p> <p>3) Дизельный двигатель ЯМЗ-850</p> <p>4) Трансмиссия БелАз с гидромеханической передачей (6+1)</p>

Табл. 2. Сравнительные характеристики насосных установок

№ п/п	Наименование показателя (характеристика)	KERR TWS600S	TT 660	НВД	Примечание
1	Полезная мощность, кВт	447	372,8	746	НВД имеет максимальное значение
2	КПД	0,9	0,85	0,9	KERR TWS 600 и НВД в лидерах
3	Удельная материалоемкость, кг/кВт	21,25	45,6	15,8	НВД имеет наиболее выгодное соотношение
4	Максимальное рабочее давление	433 Бар с плунжером Ø4,5”	241,3 Бар с плунжером Ø4,5”	426 Бар с плунжером Ø4,5”	
5	Подача при максимальном рабочем давлении, л/мин.	851	851	570	
6	Соотношение передаточного числа редуктора	4.61:1	4,07:1	4,6:1	
7	Габаритные размеры, мм	5792 1778 2235	6309 2347 2170	8000 2400 2500	Наиболее компактна установка KERR TWS 600S
8	Масса, кг	9500	17000	11790	Наименьшая масса у KERR TWS 600S

## **Рекомендации по уменьшению удельной металлоемкости установок**

Тенденциями развития таких установок являются увеличение надежности и долговечности, увеличение мощности и уменьшение удельной металлоемкости.

Основным фактором, ограничивающим применение насосных установок готовой комплектации для морских платформ является ограничение по их габаритам и массе. Зачастую комплектация насосных установок происходит для каждой конкретной платформы индивидуально из готовых комплектующих. От рациональности такой компоновки зависит эффективная эксплуатация насосной установки в целом.

Одним из признаков рациональной конструкции машины является компактность, которая достигается при использовании принципа плотной упаковки. При конструировании следует максимально использовать габариты для размещения наибольшего числа рабочих элементов. Этот принцип, который называют принципом объемной компоновки, позволяет добиваться значительного выигрыша в габаритных размерах и массе конструкции [4].

Очень важно детали сборочной единицы заключить в корпус минимального объема так как при этом расходуется меньше металла и снижается стоимость его изготовления. Чем меньше объем узла, приходящийся на единицу передаваемой мощности, тем совершеннее его конструкция. Поэтому при компоновке узла ищут такое относительное расположение его деталей, при котором незаполненный объем в корпусе минимален.

Одним из способов уменьшения удельной металлоемкости данных установок является использования замена трансмиссии на частотный преобразователь. Это позволяет существенно сократить массу всей конструкции.

С помощью специальных датчиков частотный преобразователь может регулировать скорость работы насоса в зависимости от уровня наполнения резервуара. Также возможен контроль над дозированием химреагентов в процессе работы установки, в зависимости от текущего режима работы. Это позволяет существенно экономить химреагенты, а также в любой момент времени точно знать, какое количество реагентов было добавлено[5].

Использование промышленных асинхронных двигателей в тандеме с собственной системой частотного преобразования (СЧП) обеспечивает мягкий вывод системы на режим и возможность регулирования производительности в широком диапазоне частот.

**Заключение.** На основе проведенного анализа требований к морским установкам морского базирования и существующих установок (конструкций) ведущих мировых производителей и тенденций развития данного вида оборудования можно сделать вывод о возможности снижения удельной металлоемкости путем оптимизации компоновки и подбора варианта замены автоматической трансмиссии и дизельного двигателя.

### **Сисок литературы**

1. Попов В. Трехплунжерные насосы высокого давления «Траст-Инжиниринг» / В. Попов, С.О. Киреев // Топливный рынок. – Июнь 2010. – С. 6–9.
2. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. Введ. 1993-4-26. – М.: Росстандарт, 1993. – 65с.

3. ОСТ 26-1141-74 Основные требования к установке и эксплуатации вне помещений на химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производствах. – Введ. 1974-12-17. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 8 с.
4. Никольская Э.В. Анализ и диагностика нефтегазовых скважин: учебник. - М.: Изд-во МГУП, 2002. – 351с.
5. Панасюк А.Ю. Определение металлоемкости в установках [Электронный ресурс] // Академия нефти и газа. 2015. 26 марта. URL: <http://finlit.online/ekonomicheskij-analiz-ekonomika/124-analiz-materialomkosti-10261.html> (дата обращения 15.12.2018).

#### Сведения об авторах:

*Киреев Сергей Олегович* – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтегазового комплекса», ДГТУ, г. Ростов-на-Дону;

*Корчагина Марина Валерьевна* – к.т.н., доцент кафедры «Технологические машины и оборудование нефтегазового промысла», ДГТУ, г. Ростов-на-Дону;

*Савченко Александр Игоревич* – магистрант ДГТУ, г. Ростов-на-Дону.

### **STUDYING THE CONSTRUCTIONS OF THE DRIVING PARTS OF THE HIGH-PRESSURE PLUNGER PUMPS WITH THE PURPOSE OF JUSTIFICATION OF THE NEED FOR CONDUCTING POWER CALCULATION USING THE TECHNOLOGIES OF NUMERICAL ENGINEERING ANALYSIS**

*Kireev S.O., Korchagina M.V., Savchenko A.I.*

**Keywords:** cementing complex, pumping unit, mounting frame, metal consumption, frequency converter.

**Abstract.** The article provides an analysis of pumping installations, identifies their shortcomings in order to improve the layout of the structure, to reduce the size and optimize weight.

#### **References**

1. Popov V. Three-plunger pumps of high pressure “Trust-Engineering” / V. Popov, S.O. Kireev // Fuel market. - June 2010. - P. 6–9
2. SNiP 2.11.03-93 / Warehouses of oil and petroleum products. Fire regulations. Enter 1993-4-26. - М.: Rosstandart, 1993. - p. 65
3. OST 26-1141-74 / Basic requirements for installation and operation outdoors in the chemical, petrochemical and refining industries. - Enter 1974-12-17. - М.: Standards Publishing House, 1974. - p.8
4. Nikolskaya E.V. // Analysis and diagnostics of oil and gas wells / Textbook. - М.: Publishing house MGUP. - 351 pp. 2002
5. Panasyuk A.Yu. Determination of metal consumption in installations [Electronic resource] // Academy of oil and gas. 2015. March 26. URL: <http://finlit.online/ekonomicheskij-analiz-ekonomika/124-analiz-materialomkosti-10261.html> (appeal date 12/15/2018)