

Анализ мировых трендов производства деталей грунтовых насосов

¹*ЩЕРБАКОВА Елена Петровна, PhD, старший преподаватель, sherbakova_1984@mail.ru,

¹ДОСТАЕВА Ардак Мухамедиевна, PhD, старший преподаватель, ardak_erkekyz@mail.ru,

¹КВОН Светлана Сергеевна, к.т.н., профессор, svetlana.1311@mail.ru,

¹ТЫРТЫКАЕВА Карина Тимуровна, студент, tyrtukaevakarina@gmail.com,

¹Карагандинский технический университет, Казахстан, 100027, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель исследования – проведение сравнительного анализа материалов для изготовления деталей грунтовых насосов и способов их производства. Грунтовые насосы применяются для перекачки гидросмесей с твердыми абразивными частицами. Большая часть деталей подвергается различным видам износа и трения, во многих случаях эксплуатация грунтовых насосов происходит в химически агрессивной среде. Значительная часть деталей грунтовых насосов изготавливается из износостойких чугунов, антифрикционных чугунов и легированных сталей. На основании информационного анализа и регионального мониторинга установлена частота выхода из строя различных деталей. Показано, что наиболее «узким местом» являются мелкогабаритные детали, изготавливаемые из антифрикционных чугунов. Повышение их срока эксплуатации позволит сократить число простоев, связанных с заменой, и повысить производительность насосов.

Ключевые слова: грунтовые насосы, мелкогабаритные детали, выход из строя, антифрикционные чугуны, литье в ГПФ.

Введение

Грунтовые насосы применяются для перекачки гидросмесей с твердыми абразивными частицами. Области применения – разработка карьеров, котлованов, перекачка грунта, золоудаление, очистка буровых растворов и т.д. Работа грунтовых насосов (рисунок 1) связана с перекачкой абразивных частиц (до 30% по массе), поэтому детали грунтовых насосов работают в крайне тяжелых условиях. Большая часть деталей подвергается различным видам износа и трения, во многих случаях эксплуатация грунтовых насосов происходит в химически агрессивной среде [1].

Виды износа, которым подвергаются детали грунтовых насосов, условно можно разделить на три вида: абразивный, кавитационный и механический [2].

Гидроабразивный износ проявляется в относительно равномерном изнашивании поверхности работающих деталей и зависит как от свойств материала детали, так и от характеристик перекачиваемой пульпы. Гидроабразивному износу подвергаются, в основном, рабочие колеса, бронедиски, крышки.

Кавитационный износ связан с нарушением режима работы насоса, внешне проявляется в увеличении вибрации, что приводит к еще большему износу и аварийной ситуации. Кавитационно-

му износу подвергаются все детали работающего износа, включая подшипники, втулки и вал.

Механический износ появляется в результате трения и удара твердых частиц, что характерно при перекачке грунта. Механическому износу



Рисунок 1 – Насос 8ГРК8 с двигателем 132квт/1000об.

также больше подвержены рабочие пульпопроводящие части насоса.

Очевидно, что для производства деталей грунтовых насосов используются материалы, ориентированные на работу в указанных условиях. К большинству материалов деталей грунтовых насосов предъявляются высокие требования по износостойкости, твердости, химической инертности и коэффициенту трения.

Значительная часть деталей грунтовых насосов изготавливается из износостойких чугунов, антифрикционных чугунов и легированных сталей [1-4]. В таблице приведен выборочный список деталей с указанием материала изготовления [5].

Как видно из приведенного списка, наиболее используемым материалом являются высокохромистые чугуны марки ИХЧ, серые чугуны, антифрикционные чугуны, а также стали. В ряде зарубежных исследований в качестве основного материала насосов указываются чугуны класса «нихард» [6, 7].

Помимо перечисленных материалов при изготовлении деталей насосов широко применяются алюминиевые сплавы с покрытием, нержавеющей стали AISI 316, а также фторопласты PTFE [8].

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Одним из мировых трендов изготовления деталей грунтовых насосов является их корундирование, т.е. покрытие поверхности слоем корунда, что повышает твердость и износостойкость детали. Однако надо заметить, что несмотря на значительное увеличение твердости и износостойкости, применимость данного направления весьма ограничена, т.к. покрытие является достаточно хрупким, обладает низкой ударной вязкостью и подвергается сколам.

Другим весьма популярным трендом является производство деталей насосов из высокохромистых чугунов или нихардов с последующим гуммированием. Этот способ весьма эффективен при

транспортировке мелкодисперсных абразивных частиц, однако при транспортировке достаточно крупных частиц (например, при обогащении руды) гуммирование себя не оправдывает.

На рисунке 2 приведена сравнительная диаграмма материалов, используемых при производстве грунтовых насосов. Диаграмма составлена на основании проведенного информационного анализа и регионального мониторинга. При расчете учитывалась не абсолютная масса изготавливаемой детали, а позиция в спецификации.

Как видно из приведенной диаграммы (рисунок 2), основная доля используемых материалов приходится на высокохромистые чугуны и чугуны класса нихард, затем следуют стали и антифрикционные чугуны. Неудивительно, что большая часть исследований, направленных на совершенствование материалов для изготовления деталей грунтовых насосов, посвящена повышению износостойкости и твердости материалов. Объектами исследований в таких работах обычно являются высокохромистые чугуны и чугуны класса «нихард», т.к. из них изготавливают основные рабочие части насосов – корпус и рабочее колесо.

Между тем, в конструкции насосов присутствует значительное число деталей, от которых требуются не только хорошее сопротивление износу и твердость, но также и антифрикционные свойства, т.к. такие детали, как втулки, вкладыши, работают в сопряженной паре и подвергаются трению. Следовательно, для обеспечения эффективной работы грунтовых насосов необходимо уделять внимание производству и качеству «малых» деталей, т.к. они выходят из строя чаще, чем основные. В качестве антифрикционных материалов для производства вкладышей, втулок грунтовых насосов используются чугуны, в основном серые, марок АЧС1,2-6.

Основными способами изготовления деталей являются различные методы литья с последующей механообработкой при необходимости. Известными производителями грунтовых насосов

Материалы для изготовления деталей грунтового насоса		
Номер п/п	Элемент	Материал, ГОСТ (ТУ)
1	Внутренний корпус	ИЧХ28Н2, ТУ 26-06-553-70
2	Рабочее колесо	ИЧХ28Н2, ТУ 26-06-553-70
3	Защитный диск	ИЧХ28Н2, ТУ 26-06-553-70
4	Корпус насоса – передняя (верхняя) половина	СЧ18-36
5	Корпус насоса – задняя (нижняя) половина	СЧ18-36
6	Вал	Сталь 45, сталь 50
7	передней опоры	СЧ18-36
8	задней опоры	СЧ18-36
9	Втулка проставки	АЧС-2, АЧС-4
10	Втулка вала	АЧС-2, АЧС-4. СЧ18-36

и деталей к ним являются НХМ «НаосХимМаш» (Россия), ENCE GmbH (Швейцария), Star Pump Alliance (Великобритания), Dredging Machinery Co.Ltd (Китай) и многие другие.

Наиболее распространенными методами изготовления деталей грунтовых насосов являются литье в кокиль, в ПГФ, реже способ ЛВМ и литье в оболочку [1,4]. Выбор способа литья деталей зависит конкретно от номенклатуры, наличия основных средств и материала для изготовления (рисунок 3).

В качестве способов для изготовления предпочтение отдается литью в кокиль (рисунок 3), т.к. этот способ позволяет получать отливки с высоким качеством поверхности и соответствия

геометрическим размерам при относительной простоте технологии по сравнению с другими методами точного литья (например, ЛВМ). Однако значительным недостатком этого способа является высокая скорость охлаждения, что приводит к отбелу, который в ряде случаев недопустим, например, в антифрикционных материалах.

Широкое применение имеет и такой традиционный способ, как литье в ПГФ. Этот способ отличается низкой стоимостью и простотой изготовления литейной формы, однако качество поверхности отливки не всегда удовлетворительное. Однако низкая скорость теплоотвода способствует графитизации, соответственно, этот способ можно рекомендовать при производстве деталей

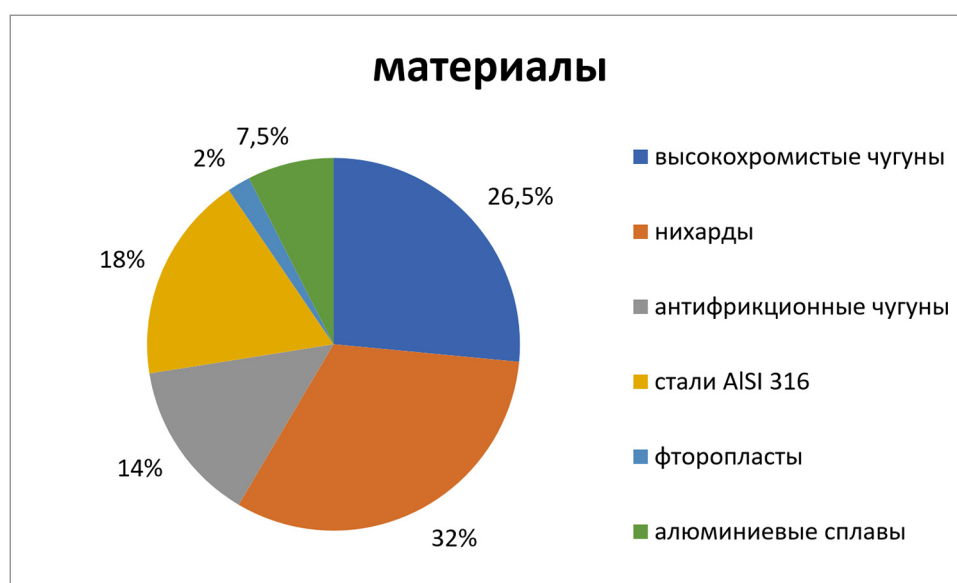


Рисунок 2 – Доля материалов, используемых для изготовления деталей грунтовых насосов

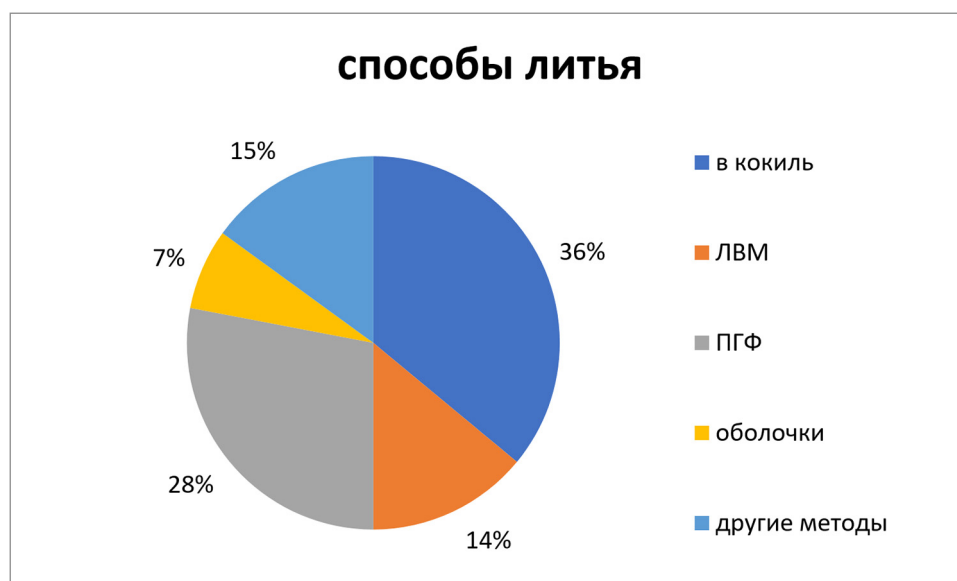


Рисунок 3 – Способы литья, используемые при изготовлении деталей грунтовых насосов

из серых и антифрикционных чугунов. При этом надо уделить очень большое влияние качеству формовочной смеси, особенно облицовочной.

Конструктивные решения при проектировании грунтовых насосов помимо максимально возможного КПД должны также предусматривать достаточно легкую замену деталей. По данным [6-8] крупные детали грунтовых насосов (рабочее колесо, бронедиски, корпуса) меняются через 8 000 часов работы, более мелкие детали (втулки, вкладыши и пр.) – еще чаще.

На рисунке 4 приведена диаграмма частоты смены некоторых деталей грунтовых насосов (количество замен на 8 000 часов работы).

Из рисунка 4 видно, что замены мелких деталей происходят гораздо чаще, чем крупногабаритных, т.к. в отличие от первых они подвергаются всем видам износа, включая кавитационный. При этом надо отметить, что хотя стоимость, на-

пример, втулки и рабочего колеса несопоставимы, стоимость простоя, связанного с их заменой, одинакова.

Заключение

Таким образом, проведенный информационный анализ позволил предположить «узкие места» эксплуатационного срока грунтовых насосов: короткий срок службы мелких деталей (типа втулок и пр.) и связанные с этим замены. Увеличение срока службы таких деталей позволит сократить число простоев, связанных с заменой, и увеличить производительность насосов.

Данные исследования проведены в рамках реализации гранта Комитета науки МОН РК AP09058350 «Разработка и внедрение технологии производства хромистых антифрикционных чугунов для деталей горно-шахтного оборудования».

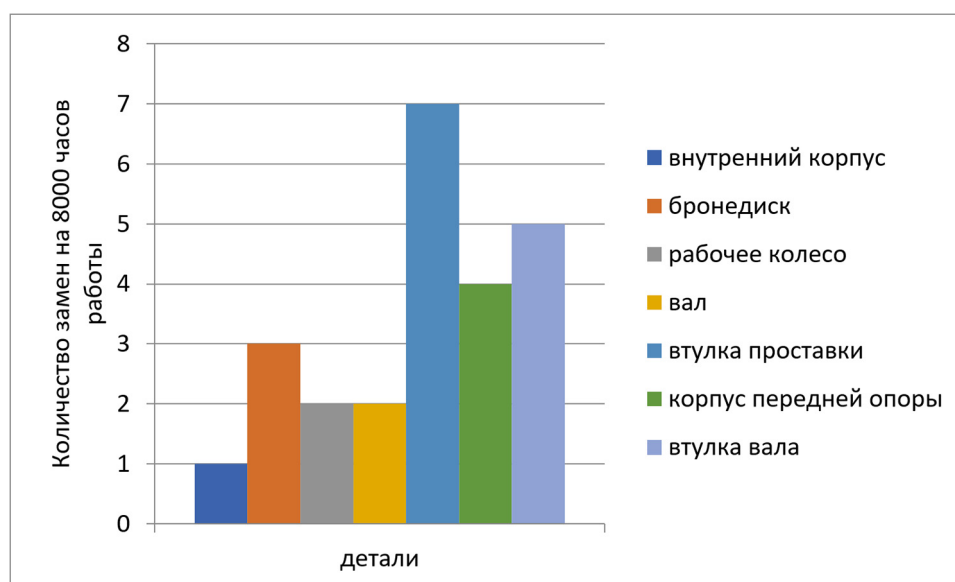


Рисунок 4 – Количество замен некоторых деталей насосов на 8 000 часов работы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.
2. O. Dogan, J. Hawk, J. Rice. Comparison of Three Ni-Hard I Alloys // J. Materials Science and Technology, 2004/09/01 vol. 1.
3. Ивановский В.И. Оборудование для добычи нефти и газа. Ч. 1. – М.: Нефть и газ, 2002. – 756 с.
4. Технология корундирования грунтовых насосов // ТУ АО «ССГОП», 2006. – 18 с.
5. www.standartgost.ru
6. Поветкин В.В., Керимжанова М.Ф., Орлова Е.П. Совершенствование оборудования для транспорта гидросмесей в обогательном производстве // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 6. С. 161-169.
7. Исагулов А.З., Квон Св.С., Куликов В.Ю. Повышение износостойкости элементов горно-обогатительного оборудования // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2020. Т. 76. № 6. С. 609-613.
8. Kovalev P., Riaboshuk S., Issagulov A., Kvon S., Kulikov V. Improving shipbuilding steel grade quality at stages of smelting, secondary refining, and continuous casting // Metals. 2019. Т. 9. № 2. С. 203.

Топырақ сорғысының бөлшектерін өндірудің әлемдік тенденцияларын талдау

^{1*}ЩЕРБАКОВА Елена Петровна, PhD, аға оқытушы, sherbakova_1984@mail.ru,

¹ДОСТАЕВА Ардак Мухамедиевна, PhD, аға оқытушы, ardak_erkekyz@mail.ru,

¹КВОН Светлана Сергеевна, т.ғ.к., профессор, svetlana.1311@mail.ru,

¹ТЫРТЫКАЕВА Карина Тимуровна, студент, tyrtykaevakarina@gmail.com,

¹Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан, 100027, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Бұл зерттеудің мақсаты экскаваторлы сорғы бөлшектерін дайындауға арналған материалдарға және оларды өндіру әдістеріне салыстырмалы талдау жүргізу болды. Шөгінділерді қатты абразивті бөлшектермен айдау үшін топырақ сорғылары қолданылады. Бөлшектердің көпшілігі әртүрлі тозуға және үйкеліске ұшырайды, көптеген жағдайларда топырақ сорғылардың жұмысы химиялық агрессивті ортада жүреді. Топырақ сорғысының бөлшектерінің едәуір бөлігі тозуға төзімді шойындардан, антифрикциялық шойындардан және легіріленген болаттардан жасалған. Ақпараттық талдау және аймақтық мониторинг негізінде әртүрлі бөлшектердің істен шығу жиілігі анықталды. Антифрикциялық шойыннан жасалған кішігірім бөлшектер ең «тар жол» екендігі көрсетілген. Олардың қызмет ету мерзімін ұзарту ауыстырумен байланысты тоқтап қалуын азайтуға және сорғының жұмысын жақсартуға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: топырақ сорғылары, шағын өлшемді бөлшектер, істен шығу, антифрикциялық шойындар, ГПФ құю.

Analysis of World Trends in the Production of Dredge Pump Parts

^{1*}SHCHERBAKOVA Elena, PhD, Senior Lecturer, sherbakova_1984@mail.ru,

¹DOSTAEVA Ardak, PhD, Senior Lecturer, ardak_erkekyz@mail.ru,

¹KVON Svetlana, Cand. Tech. Sci., Professor, svetlana.1311@mail.ru,

¹TYRTYKAEVA Karina, student, tyrtykaevakarina@gmail.com,

¹Karaganda Technical University, Kazakhstan, 100027, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of this study was to conduct a comparative analysis of materials for the manufacture of dredge pump parts and methods of their production. Dredge pumps are used for pumping slurries with solid abrasive particles. Most of the parts are exposed to various types of wear and friction; in many cases, the operation of dredge pumps takes place in a chemically aggressive environment. A significant part of the dredge pump parts are made of wear-resistant cast irons, antifriction cast irons and alloy steels. Based on information analysis and regional monitoring, the frequency of failure of various parts has been established. It is shown that the most «bottleneck» is small-sized parts made of antifriction cast iron. Increasing their service life will reduce replacement downtime and improve pump performance.

Keywords: dredge pumps, small-sized parts, failure, antifriction cast irons, GPF casting.

REFERENCES

1. Karelin V.Ya., Minaev A.V. Nasosy i nasosnye stancii. – Moscow: Strojizdat, 1986. – 320 p.
2. O. Dogan, J. Hawk, J. Rice. Comparison of Three Ni-Hard I Alloys // J. Materials Science and Technology, 2004/09/01 vol. 1.
3. Ivanovskij V.I. Oborudovanie dlya dobychi nefti i gaza. Ch. 1. – Moscow: Neft' i gaz, 2002. – 756 p.
4. Tekhnologiya korundirovaniya gruntovyh nasosov // TU AO «SSGOP», 2006. – 18 p.
5. www.standartgost.ru
6. Povetkin V.V., Kerimzhanova M.F., Orlova E.P. Sovershenstvovanie oborudovaniya dlya transporta gidrosmesey v obogatitel'nom proizvodstve // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'. 2018. no. 6. pp. 161-169.
7. Isagulov A.Z., Kvon Sv.S., Kulikov V.Yu. Povyshenie iznosostojkosti elementov gorno-obogatitel'nogo oborudovaniya // Chernaya metallurgiya. Byulleten' nauchno-tehnicheskoy i ekonomicheskoy informacii. 2020. T. 76. no. 6. pp. 609-613.
8. Kovalev P., Riaboshuk S., Issagulov A., Kvon S., Kulikov V. Improving shipbuilding steel grade quality at stages of smelting, secondary refining, and continuous casting // Metals. 2019. T. 9. no. 2. pp. 203.