УДК 622.693.4

Н.В.ГОЛОВАЧЕВ, *аспирант, golovachev_nv@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

N.V.GOLOVACHEV, *post-graduate student, golovachev_nv@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО ГИДРОТРАНСПОРТА

Работа посвящена обзору наиболее перспективных направлений развития гидротранспорта. Рассмотрены предложения дальнейшего совершенствования гидротранспорта. Проанализированы технологии и средства обеспечения эффективного функционирования гидротранспортных систем. Предложен алгоритм выбора новых исследований в области гидротранспорта.

Ключевые слова: гидротранспорт, совершенствование, эксплуатация, повышение эффективности, надежность, риск.

TRENDS IN USING TECHNOLOGY TO IMPROVE PIPELINE HYDROTRANSPORT

This paper is devoted to reviewing the most promising directions of development of hydrotransport in the current time. The further improvements of proposals hydrotransport are considered hereinafter. An analysis of technology and means to ensure the effective functioning of hydrotransport systems have been carried out. An algorithm of selection new research in the field hydrotransport is proposed.

Key words: hydrotransport, improvement, operation, efficiency, reliability, risk.

В результате проведенного анализа современных технологий и средств обеспечения эффективного функционирования гидротранспортных систем был предложен алгоритм выбора направления исследований (рис.1), позволяющий разрабатывать новые технологии и рекомендации по совершенствованию трубопроводного гидротранспорта.

Рассмотрим более подробно предложенные направления совершенствования трубопроводного гидротранспорта.

Повышение напора перекачных станций, совершенствование структуры насосных агрегатов. В практике эксплуатации объектов трубопроводного гидротранспорта известны различные критерии оценки эффективности гидротранспортной установки. Один из них формулируется следующим образом: чем выше напор, создаваемый системой насосов, тем экономичнее работает система за счет уменьшения числа перекачивающих станций. Для обеспечения этого критерия проводятся исследования, направленные на совершенствование конструкций насосов, технологических схем соединения насосов (разработка рациональных схем), производится подбор насосов по характеристикам *H-Q* и др.

У центробежных насосов, используемых для перекачивания пульпы, интенсивно изнашиваются внутренние части (особенно рабочее колесо). Недостатки, связанные с использованием грунтовых насосов, устраняются применением загрузочных питателей. Так, для обеспечения защиты внутренних рабочих деталей насо-

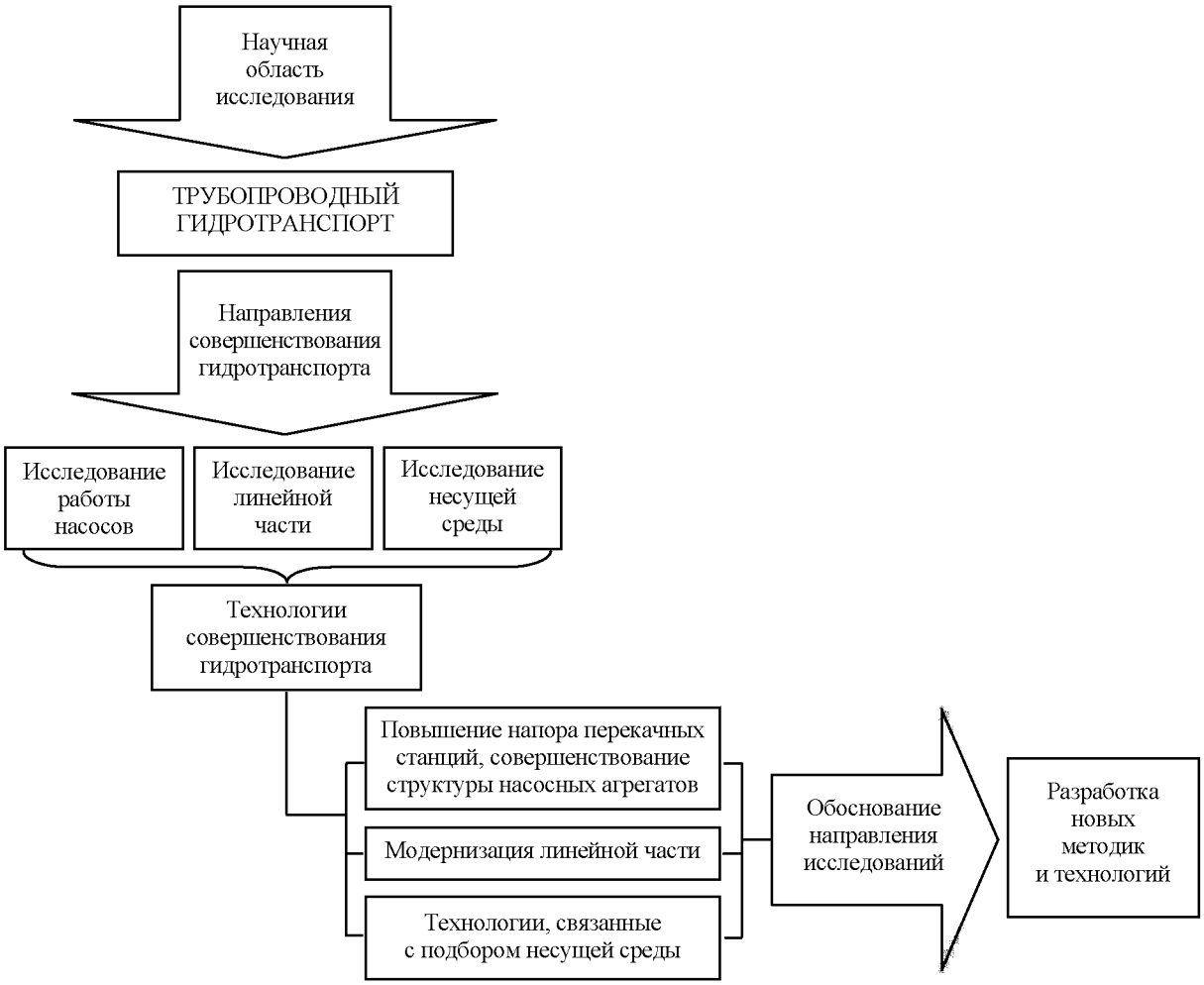


Рис.1. Выбор направления исследований

сов от интенсивного износа применяется технология, при которой загрузка твердого материала производится за насосом непосредственно в трубопровод, по которому под давлением движется поток несущей жидкости.

Следовательно, данное направление совершенствования гидротранспорта основывается на внедрении мероприятий, способствующих исключению отрицательных явлений, связанных с работой насосов, их конструкцией, материалами и характеристиками работы. Здесь применяются технологии, повышающие создаваемый напор и надежность насосных агрегатов.

Модернизация линейной части. Повышение стабильности эксплуатации линейной части достигается применением ряда технологий:

– защита от износа внутренней поверхности трубопровода (ручейкового износа) – осуществляется поворотом тела трубы на расчетный угол, этот метод существенно повышает ресурс использования линейной части трубопровода;

– снижение гидравлических потерь – достигается добавлением различных ингредиентов и химикатов, ПАА (полиакриламид);

– магнитная и электромагнитная обработка – осуществляется пропуском пульпы через магнитное поле определенной конфигурации;

– контроль целостности тела (стенок) трубопровода – проводится особенно внимательно в области сварных швов;

– контроль за состоянием коррозии внутренних стенок трубопровода [3].

Необходимо уделить внимание использованию в трубопроводном транспорте специальных покрытий и пластмассовых труб. По сравнению со стальными трубопроводами линейные части, где применяются полиэтиленовые трубы, имеют более высокие гидродинамические характеристики. Ряд эксплуатационных проблем (на отдельных особо опасных участках) можно решить использованием металлопластиковых труб.

Использование нанотехнологий при производстве труб позволяет создавать внутренний поверхностный слой металла с заданными свойствами.

Также при монтаже трубопроводов в качестве защиты используется нанесение пленок, эмали, напыление, каменное литье, при котором нижняя часть трубы защищается специальными плитками.

Модернизация линейной части основывается на снижении гидравлических потерь, контроле состояния и защите целостности тела трубопровода. Применяются технологии, повышающие ресурс использования линейной части трубопровода.

Технологии, связанные с подбором несущей среды. Скорость потока пульпы может быть оптимизирована при помощи подбора плотности транспортирующей среды, близкой плотности транспортируемых частиц. Это достигается вариацией состава транспортирующей среды за счет растворения различных солей, которые подбирают в зависимости от свойств

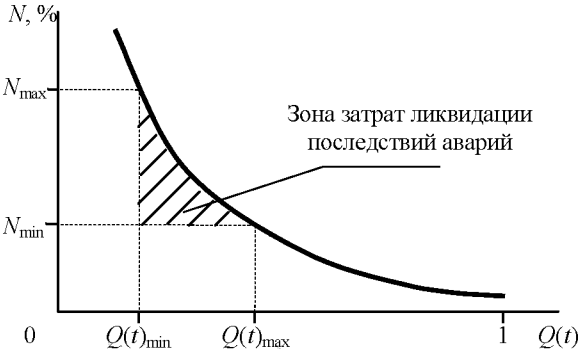


Рис.2. Зависимость относительной стоимости ликвидации последствий аварийных отказов N от вероятности $Q(t)$ их возникновения

транспортируемых продуктов. Данная технология исключает влияние критической скорости, за пределом которой из потока на дно падают частицы с плотностью большей плотности несущей жидкости.

При правильном выборе режимов оптимального транспортирования (при скоростях, несколько превышающих критическую) можно говорить о снижении эрозии трубопроводов [1].

Производится подогрев несущей среды: данный метод повышения эффективности работы гидротранспортной системы используется при эксплуатации в условиях низких значений температуры.

В области эксплуатации наклонных трубопроводов проведены работы по расчету модели ускоренного движения пульпы, которая позволяет регулировать концентрацию транспортируемых сыпучих материалов, а также проводить контроль над выпадением осадков [4].

Таким образом, описанное направление совершенствования гидротранспорта основывается на использовании различных наполнителей и добавок, изменяющих плотность несущей среды, приближающих ее к плотности транспортируемого груза. Применяемые технологии предусматривают исключение влияния критической скорости, а также снижение значения гидравлического уклона.

Новые методики и технологии. Известна технология [2], в которой предлагается использовать кинетическую энергию жидкостных или газожидкостных струй (эффект искусственного смерча). Вырабатывается искусственный вихрь, который всасывает твердые частицы, формируя высоконасыщенную гидросмесь.

Разрабатывается новый подход к повышению эффективности эксплуатации трубопроводного гидротранспорта за счет обоснования системы обслуживания и планово-предупредительных мероприятий, в котором определение межремонтных периодов базируется на расчете приемлемой вероятности отказа. Данный подход позволяет более эффективно учитывать конкретные условия эксплуатации выбранно-

го объекта, а также повысить уровень эксплуатационной надежности гидротранспортных систем (ГТС).

Очевидно, что характеристики работы объектов ГТС изменяются во времени. Для моделирования дальнейшего развития последствий вероятного аварийного отказа необходим анализ степени влияния внешних и внутренних факторов риска, что, в свою очередь, позволит определить возникновение предаварийной ситуации во время проведения работ согласно графику планово-предупредительных мероприятий.

Предлагается рассматривать допустимую зону затрат на ликвидацию последствий аварий с точки зрения стоимости ликвидации и вероятности возникновения аварий на объектах гидротранспорта. Данный подход можно представить графически (рис.2), где N – это отношение стоимости ликвидации последствий аварийных отказов к остаточной стоимости объекта, %.

Подводя итоги анализа предложенных направлений обеспечения эффективного функционирования ГТС, можно сделать вывод, что основная доля технических решений направлена на повышение надежности технических систем, т.е. повышение эффективности функционирования ГТС путем снижения числа отказов во времени. Для более детального анализа надежности необходимо учитывать возможные последствия аварийных отказов технической системы, ожидаемую частоту возникновения отказов и ущерб, наносимый ГТС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Брюховецкий О.С.* Кавитационная и гидроабразивная эрозия пульповодов // Вестник XXI. Горно-металлургическая секция (разведка, добыча, переработка полезных ископаемых) / Интермет Инжиниринг. М., 2007. С.56-59.

2. *Мещеряков С.В.* Современные подходы и технологии для решения экологических проблем в нефтегазовом комплексе // Технологии ТЭК. 2006. № 6. С.96-98.

3. *Ringas C.J.S.* Internal corrosion of slurry pipelines caused by microbial corrosion: causes and remedies // Afr. Inst. Mining and Met. 2007. № 6. P.381-384.

4. *Zhao Li-an.* Simulation of the motion of suspensions in inclined pipes / Zhao Li-an, Xu Xhen-liang // Changchun Univ. Technnol. Natur. Sci. Ed. 2007. № 1. P.105-108.

REFERENCES

1. *Bryukhovetskiy O.S.* Cavitation erosion and waterjet pulpovodov // Bulletin XXI. Mining and Metals Section (exploration, extraction, processing of minerals) / Intermet Engineering. Moscow, 2007. P.56-59.

2. *Meshcheryakov S.V.* Modern approaches and technologies to address environmental problems in the oil and gas complex // TEK Technologies. 2006. № 6. P.96-98.

3. *Ringas C.J.S.* Internal corrosion of slurry pipelines caused by microbial corrosion: causes and remedies // Afr. Inst. Mining and Met. 2007. № 6. P.381-384.

4. *Zhao Li-an, Xu Xhen-liang.* Simulation of the motion of suspensions in inclined pipes // Changchun Univ. Technnol. Natur. Sci. Ed. 2007. № 1. P.105-108.

Научный руководитель д-р техн. наук профессор *В.П. Докукин*