ГОРНЫЕ МАШИНЫ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

MINING MACHINE, ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

УДК 622.648

А.А.ВЕЛЬНИКОВСКИЙ, *аспирант, velnikov@gmail.com*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

A.A.VELNIKOVSKIY, *post-graduate student,* v*elnikov@gmail.com*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

АКТУАЛЬНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ УСТАНОВОК НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Показана необходимость совершенствования гидротранспортных установок. Построена функциональная модель гидротранспортной системы. В результате ее анализа выявлены наиболее актуальные пути повышения эффективности гидротранспорта на горных предприятиях.

Ключевые слова: гидротранспорт, повышение эффективности, гидросмесь, гидротранспортная установка, функциональная модель, полимерные покрытия.

ACTUAL WAYS OF INCREASING THE EFFECTIVENESS OF FACILITIES FOR HYDROTRANSPORT MOUNTAIN COMPANIES

Shown the necessity of improving hydrotransport installations. Built a functional model of the hydrotransport system. As a result of its analysis identified the most relevant ways to improve efficiency of hydrotransport on mining enterprises.

Keywords: hydrotransport, efficiency, hydraulic fluid, hydrotransport installation, functional model, polymer coating.

Гидротранспортные установки являются неотъемлемой частью технологических цепочек на горных предприятиях. Они широко используются как при транспортировании гидросмесей полезных ископаемых, так и при удалении отходов при их обогащении.

Для повышения рентабельности и конкурентоспособности горных предприятий необходимо снижать себестоимость производимых ими продуктов.

Анализ затрат произведенный в [1] показал, что доля удельных затрат на электроэнергию при транспортировании гидросмеси достигает 55 % от себестоимости, а на преобладающем числе предприятий горной отрасли наибольшей статьей удельных затрат является электроэнергия.

Из сказанного выше, следует что снижение энергоемкости процесса транспортирования гидросмесей является насущной и

весьма актуальной проблемой. Существует необходимость решать вопросы оптимизации как на стадии проектирования новых гидротранспортных установок, так и при модернизации уже действующих.

На основе анализа возможностей оптимизации гидротранспортных комплексов в работе [2] сделан вывод, что оптимизируемая система формируется путем построения ее функциональной модели и представляет собой описание происходящих в ней процессов на основе функционального анализа взаимодействия структурных элементов.

Функциональная модель объекта позволяет выявить наиболее энергоемкие элементы системы и «вредные» функции этих элементов. Проведение экспертного анализа такой модели позволяет получить перечень элементов системы и проблем, оптимизация и решение которых наиболее актуально и необходимо провести в первую очередь.

Главные функции гидротранспортной установки формулируются следующим образом:

1) приготовление пульпы;

2) транспортирование гидросмеси;

3)складирование твердой фазы.

Наибольшее количество энергозатрат приходится на функцию «транспортирования гидросмеси». Поэтому для поиска путей оптимизации ГТС составление функциональной модели, в основе которой лежит данная функция, наиболее актуально.

Реализация главной функции возможна при выполнении совокупности основных функций [3], которые в свою очередь реализуются при выполнении совокупности функций первого уровня. Дальнейшая детализация является излишней, затрудняющей анализ и не приносящей видимой пользы. Основные функции гидротранспортной системы:

Главная функция

Фо Транспортирование гидросмеси

Основные функции

Ф1 Создание необходимого напора

Ф2 Перекачка пульпы

Ф3 Затрачивание энергии на процесс

Вспомогательные функции 1-го уровня

Ф11 Преодоление сопротивлений движению

Ф12 Поддержание частиц во взвешенном состоянии

Ф13 Износ оборудования

Ф21 Пространственное перемещение гидросмеси

Ф22 Поддержание заданного уровня концентрации твердого

Ф23 Постоянство линии тока во времени

Ф24 Создание сопротивлений движению потока гидросмеси

Ф25 Износ трубопровода

Ф26 Создание температурных колебаний потока гидросмеси

На рисунке представлена функциональная модель системы, которая представляет собой древовидную структуру. Такая структура наилучшим образом отражает иерархию функций.

Для удобства восприятия «вредные» и «полезные» функции расположены по разные стороны «главной» функции для каждой совокупности. Деление на «вредные» и «полезные» функции весьма условно, так как эти функции являются неотъемлемой частью совокупности, реализующей «главную» функцию. «Вредность» функции определяется ее негативным воздействием, которое не является необходимым, но без которого невозможно построить систему. В целях оптимизации ГТС необходимо снижать воздействие таких «вредных» функций или исключать их полностью.

Анализ полученной модели показывает, что для снижения энергозатрат на транспортирование гидросмеси необходимо снизить негативное воздействие следующих функций: «создание сопротивлений потока гидросмеси», и «износ трубопровода». Именно на эти функции приходится большинство энергозатрат при перекачке пульпы. За реализацию этих функций отвечает трубопровод (магистраль) гидротранспортной установки.

Надо заметить, что при реализации функции «преодоление сопротивлений движению» гидротранспортной системой затрачивается большое количество энергии, но также необходимо заметить, что энергопотребление этой функции напрямую зависит от величины воздействия вредной функции «создание сопротивлений потока гидросмеси». Поэтому уменьшив гидравлические сопротивления трубопровода (магистрали), тем самым снизится величина энергозатрат на их преодоление.

На натурной модели это выглядит следующим образом: при уменьшение сопротивление трубопровода появляется возможность поставить насос с меньшей мощностью, соот-



Функциональная модель гидротранспортной системы

ветственно стоимость и энергопотребление такого насоса ниже.

Таким образом, снижение сопротивления движению потока гидросмеси и повышение износостойкости трубопровода является первоочередной задачей. Одним из решений этой проблемы является применение труб с полимерными покрытиями. Общеизвестно, что полимерные покрытия имеют низкие коэффициенты шероховатости поверхности и более высокую износостойкость. Зарубежный опыт применения труб с такими покрытиями показывает, что долговечность использования возрастает в 3-5 раз.

Для применения таких труб в гидротранспорте необходимо разработать методики расчета потерь напора по длине и расчета долговечности таких трубопроводов. Трубы с полимерным внутренним покрытием имеют другой механизм износа, что делает невозможным применения к ним методик для расчета стальных труб.

Подводя черту под сказанным выше, можно сделать следущие выводы:

Большая доля энергозатрат в себестоимости гидротранспорта требует поиска новых решений оптимизации ГТС.

Анализ функциональной модели ГТС позволил выявить элементы, на которые приходится наибольшее число затрат, обосновав тем самым наиболее актуальные пути снижение энергоемкости транспортирования хвостовой пульпы.

Таким образом, первоочередной задачей является снижение сопротивления движению потока гидросмеси и повышение износостойкости трубопровода. Возможным решением этой задачи может стать применение труб футерованных полимерными материалами. Опыт применения таких труб зарубежом при строительстве канализационных сооружений показал, что ни намного долговечнее стальных труб и имеют значительно более низкие коэффициенты сопротивления движению потока. Для применения таких труб в гидротранспорте хвостов обогащения необходимо разработать методику расчета потерь напора по длине в трубах с внутренним полимерным покрытием, а также методику расчета срока службы таких труб. Существующие в данный момент методики для стальных труб не подходят, так как полимерные материалы имеют другой механизм износа.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александров В.И.* Методы снижения энергозатрат при гидравлическом транспортировании смесей высокой концентрации // СПГГИ. СПб, 2000. 117 с.

2. *Докукин В.П.* Повышение эффективности систем трубопроводного гидротранспорта // СПГГИ. СПб, 2005. 105 с.

3. *Тарасов Ю.Д.* Напорные гидротранспортные установки в горной промышленности: Учеб. пособие / Ю.Д.Тарасов, В.П.Докукин, А.К.Николаев // СПГГИ. СПБ, 2008. 104 с.

REFERENCES

1. *Aleksandrov V.I.* Methods to reduce power consumption in hydraulic transport of mixtures of high concentration. SPGGI (TU). Saint Petersburg, 2000. 117 p.

2. *Dokukin V.P.* Improving the efficiency of pipeline hydraulic transport. SPGGI (TU). Saint Petersburg, 2005. 105 p.

3. *Tarasov U.D.* Pressure hydrotransport installation in mining: A Textbook. Benefit / Y.D.Tarasov, V.P.Dokukin, A.K.Nikolaev. SPGGI (TU). Saint Petersburg, 2008. 104 p.