

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ТИКСОТРОПНОЙ ЖИДКОСТИ ЭРЛИФТОМ

1. Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Увеличение добычи угля является одним из приоритетных и креативных направлений развития современного топливно-энергетического комплекса Украины. Этот процесс требует создания соответствующих режимов проветривания шахтных выработок, что, в свою очередь, приводит к необходимости проведения все большего числа шахтных вентиляционных стволов.

Создание новых креативных технологий проведения шахтных вентиляционных стволов предусматривает одним из вариантов применение электроимпульсного разрушения горной породы. При этом предусматривается удаление из ствола разрушенной горной породы при помощи эрлифта. Транспортирующей жидкостью является известково-битумный раствор (ИБР) с переменной вязкостью.

Таким образом задача определения параметров эрлифта при транспортировании тиксотропной жидкости является актуальной.

2. Анализ исследований и публикаций.

В настоящее время в литературе отсутствуют исследования, посвященные анализу параметров эрлифтов при транспортировании тиксотропной жидкости.

3. Постановка задачи.

На основании поставленной проблемы и анализа публикаций ставится задача определения параметров эрлифтов при транспортировании тиксотропной жидкости.

4. Изложение материала и результаты.

Транспортирующей жидкостью эрлифта является известково-битумный раствор плотностью 1100 кг/м^3 . ИБР представляет собой смесь солярового масла, извести, битума и поверхностно-активного вещества. По данным, полученным от специалистов института угля СО АН СССР и ПШО «Спецшахтобурение» ИБР после отстоя в течение нескольких часов имеет вязкость $\nu = 160 \text{ с}$ (для сравнения вязкость солярового масла равна 18 с). После перемешивания ИБР имеет вязкость $\nu = 20 \dots 30 \text{ с}$, что соответствует вязкости глинистого бурового раствора, который обычно применяется при бурении стволов и скважин.

Институтом горного дела СО АН СССР и ПШО «Спецшахтобурение» при участии ДПИ была разработана опытно-промышленная установка для поведения ствола глубиной до 250 м электроимпульсным способом. При этом внутренний диаметр подъемной трубы эрлифта составлял 402 мм , источником сжатого воздуха служили компрессоры 270 ERL фирмы «Bauer», минимальное геометрическое погружение смесителя 13 м , высота подъема жидкости – 8 м .

На основе разработанной специалистами ДПИ методики [1] были определены расходные характеристики этого эрлифта. При этом плотность транспортируемой жидкости принималась равной 1100 кг/м^3 , а ее реологические свойства считались равными реологическим свойствам воды. Предполагалось что ствол полностью заполнен ИБР.

На рис. 1 приведены две расходные характеристики эрлифта опытно-промышленной установки, определенные для начальной и конечной фаз проведения ствола. В начальный период бурения ствола (кривая 1) геометрическое погружение смесителя составляет $h = 13 \text{ м}$, высота подъема $H = 8 \text{ м}$, длина подводящего трубопровода $l_{хв} = 8 \text{ м}$, объемная консистенция твердого материала составляла $S_{об} = 0,025$. На заключительной стадии (кривая 2) глубина погружения смесителя составляет $h = 100 \text{ м}$, высота подъема $H = 8 \text{ м}$, длина подводящего

трубопровода $l_{хв} = 150\text{м}$, объемная консистенция твердого материала $C_{об} = 0,047$. Плотность твердого материала была принята $\rho_T = 2700\text{ кг/м}^3$.

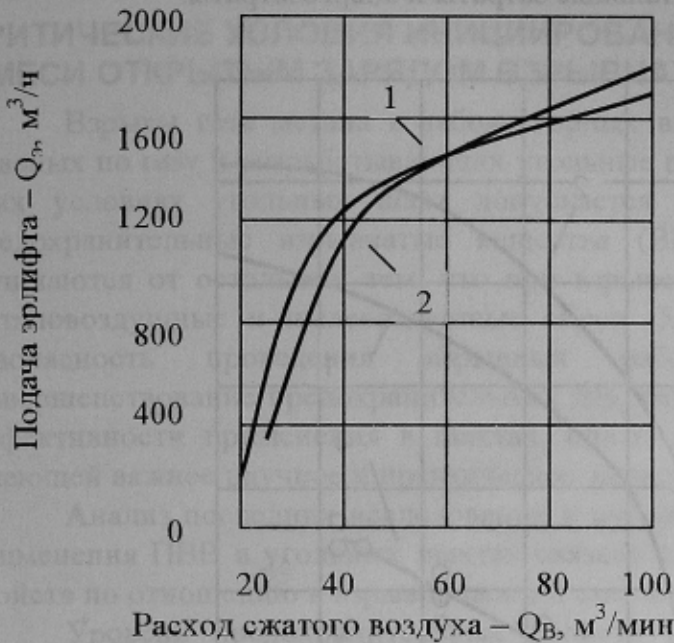


Рис. 1. Расходные характеристики эрлифта электроимпульсной установки

Для определения влияния вязкости ИБР на параметры эрлифта были проведены экспериментальные исследования эрлифтного гидроподъема ИБР. При этом внутренний диаметр подъемной трубы составлял 191 мм. Во время экспериментальных исследований эрлифта его подача определялась объемным способом при помощи мерной емкости объемом $1,946\text{ м}^3$, регулирование расхода воздуха эрлифтом осуществлялось путем сброса части нагнетаемого компрессором воздуха в атмосферу через вентиль, для измерения расхода воздуха использовалась нормальная диафрагма и дифманометр типа ДГ-50, заполненный ртутью, условная вязкость раствора определялась при помощи стандартного полевого

вискозиметра СПВ-5. Плотность раствора определялась при помощи ареометра АБР.

Плотность жидкости, транспортируемой эрлифтом, изменялась от 880 кг/м^3 до 1115 кг/м^3 , а ее вязкость — от 30 с до 900 с. При этом вязкость жидкости резко снижалась после пуска эрлифта и некоторого времени его работы, т.е. после интенсивного ее перемешивания. Так, если вязкость жидкости до пуска эрлифта составляла 900 с, то через 90 минут эта величина составляла 30 с.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что при изменении относительного погружения смесителя эрлифта от 0,636 до 0,710 подача эрлифта при постоянном расходе сжатого воздуха изменяется: при условной вязкости 43 с и плотности 880 кг/м^3 — на 26...39%; при вязкости 53 секунды и плотности 910 кг/м^3 — на 15...19% и при вязкости 30 секунд и плотности 1115 кг/м^3 — на 18...23%.

Результаты экспериментальных исследований сравнивались с расчетными данными, полученными по методике, разработанной автором [1, 2] для ньютоновской жидкости плотностью $880...1115\text{ кг/м}^3$ и условной вязкостью, равной вязкости воды. При этом отношение экспериментальной и теоретической подачи эрлифта определялось как математическое ожидание этой величины. Результаты сравнения показали, что вследствие специфических свойств ИБР фактическая объемная подача эрлифта составляет от расчетной 54...64% для вязкости 43 с и плотности 880 кг/м^3 (рис. 2) и 54% для вязкости 25...30 с и плотности раствора 1100 кг/м^3 . Такое же отношение (54%) наблюдается при вязкости раствора 40 с и плотности 1105 кг/м^3 .

5. Выводы и направление дальнейших исследований.

Вследствие специфических свойств раствора объемная подача эрлифта составляет 54...64% от расчетной подачи для ньютоновской жидкости той же плотности. Причем для плотности ИБР 1100 кг/м^3 эта величина равна 54%.

В дальнейших исследованиях необходимо проверить полученные результаты для насосно-эрлифтных установок, применяемых при осушении вентиляционных стволов, проводимых бурением, учитывать также капитальные затраты и энергозатраты.

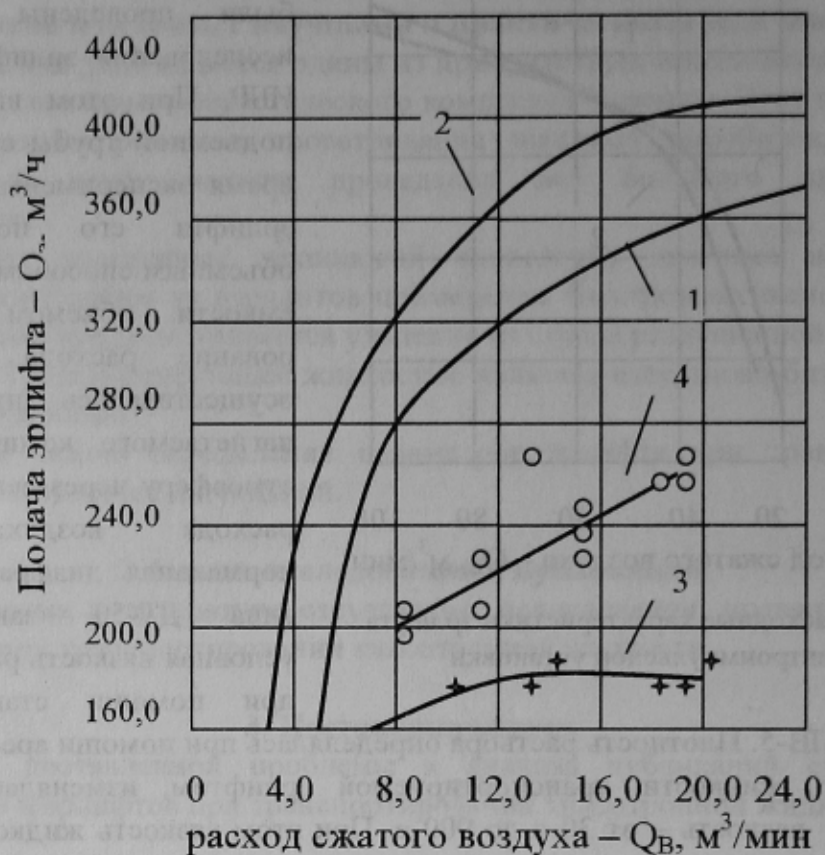


Рис.2 Расчетные и экспериментальные расходные характеристики эрлифта при плотности жидкости 880 кг/м³ и условной вязкости 43 с.

Расчетные данные: 1 – Н = 7,65 м; h = 13,35 м; 2 – Н = 5,45 м; h = 13,35 м.

Экспериментальные данные: 3 – Н = 7,65 м; h = 13,35 м; 4 – Н = 5,45 м; h = 13,35 м.

Литература

1. Определение расходных характеристик эрлифтов для подъема минерального сырья со дна глубоких водоемов / Н.Г. Логвинов, В.С. Костанда, А.В. Игнатов. З.З. Арутинова / Донецкий политехнический институт. – Донецк, 1986. – 16с. – Деп. В ГРНТБ УкрНИИНТИ 30.09.85, № 2390-Ук.
2. Особенности расчета эрлифтов с переменным относительным погружением / Н.Г. Логвинов, В.С. Костанда, А.В. Игнатов, З.З. Арутинова / Донецкий политехнический институт. – Донецк, 1985. – 17 с. - Деп. В ГРНТБ УкрНИИНТИ 02.07.84, №1327 Ук.

© Игнатов А. В., 2007