

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Процесс гидротранспорта как способ перемещения твердых материалов потоком жидкости широко распространен в разнообразных технологических процессах химической, пищевой и смежных отраслях промышленности: внутрицеховой и межцеховой транспорт суспензий в различных производствах (кокса, фосфатных веществ и т.п.), транспорт шлама, первичных и вторичных твердых отходов в места хранения и переработки.

Одним из основных критериев, исходя из которого проектируется гидротранспорт, является гидравлическое сопротивление. Т.к. потери давления неразрывно связаны с профилем скоростей потока в аппарате, то данный интегральный параметр определяет не только мощность вспомогательного оборудования, но и производительность системы. Неточности при определении потерь давления не позволяют осуществить целенаправленное проектирование оборудования, не гарантируют соблюдение его технико-экономических показателей, его работоспособности.

Потери давления, как и любой другой параметр, можно определить теоретическим или экспериментальным путем. В настоящее время расчет параметров гидротранспорта производится по формулам, полученным на основе экспериментальных данных. Однако применение подобных формул ограничено диапазоном параметров, для которых производились эксперименты. Отсутствуют формулы, применимые в относительно широких диапазонах изменения технологических параметров.

Подобные формулы можно получить только на основании теоретических моделей. Движение неоднородной жидкости в общем виде описано дифференциальными уравнениями, однако доведение их до практически полезных решений весьма затруднительно.

В последние годы в связи с широким распространением вычислительной техники и пакетов программ, позволяющих производить решение сложных систем уравнений, стала широко развиваться область математического эксперимента. Однако при проведении подобных экспериментов важным фактором становится выбор исходных уравнений и замыкающих соотношений, позволяющих корректно описать рассматриваемый технологический процесс в широком диапазоне изменения технологических параметров.

Проведение исследований гидравлического транспорта методом математического моделирования позволит выработать научно-обоснованные подходы повышения его эффективности путем анализа гидродинамических процессов, происходящих при перемещении твердых материалов потоком жидкости и развить единую методику его расчета в широком диапазоне его технологических параметров.

**Цель работы.** 1. Разработка научно обоснованной методики расчета гидротранспорта неструктурных суспензий в гетерогенном и гомогенном режимах методом математического эксперимента. 2. Внедрение результатов

работы в промышленную и расчетную практики.

**Научная новизна.** На основе математического эксперимента выявлены основные закономерности движения двухфазной среды «жидкость-твердое тело» в условиях гидротранспорта, определены эксплуатационные характеристики гидротранспорта неструктурных суспензий и их взаимосвязь.

В том числе

1. Проведены математические эксперименты на основе построенной автором математической модели гидротранспорта неструктурных суспензий, которая базируется на теории взаимопроникающих континуумов. В результате получены профили скоростей жидкой и твердой фаз, концентрации, турбулентной вязкости и других величин по сечению потока при различных параметрах гидротранспорта.
2. Показана возможность использования при описании процессов гидротранспорта простой однопараметрической модели турбулентности Спалатра-Аллмараса. Впервые проведена модификация модели турбулентности для случая течения двухфазной системы в условиях гидротранспорта неструктурных суспензий.
3. Построена методика получения инженерных формул для расчета прямой и обратной задач гидравлики на основании данных математического эксперимента.
4. Разработан и реализован принцип оптимизации энергозатрат (потерь давления) в промышленных процессах гидротранспорта неструктурных суспензий путем варьирования концентрацией твердой фазы.

**Практическая значимость и реализация работы.** Результаты проведенных теоретических исследований позволяют рассчитать процесс гидротранспорта в широком диапазоне технологических параметров по единой технологии и оптимизировать его, варьируя концентрацию твердой фазы. Результаты работы применялись в лекционном курсе «Процессы и аппараты химической технологии». Используя методику расчета, рассчитаны, спроектированы и изготовлены установки гидротранспорта в комплексах мокрого измельчения. Они прошли всесторонние испытания и успешно внедрены на пищекомбинате и комбикормовом заводе РайПО Алькеевского района РТ.

**Апробация работы.** Основные научные положения и результаты работы докладывались на следующих конференциях:

- всероссийская научная конференция «Тепло- и массообмен в химической технологии», Казань, 2000 г.;
- международная юбилейная конференция, посвященная 80-ю Казанской государственной сельскохозяйственной академии, 2002 г.;
- всероссийская научно – практическая конференция молодых ученых «Молодые ученые-агропромышленному комплексу», Казань, 2004 г.;
- XVIII международная научная конференция «Математические методы в технике и технологиях. ММТТ-18», Казань, 2005 г.;
- XIX международная научная конференция «Математические методы в