Заключение

о диссертации Ян Ханьлинь «Влияние вихревых образовании на формирование структур на подстилающей поверхности в стационарных и осциллирующих потоках воды», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.16 Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

На рассмотрение представлены следующие документы и материалы:

- том с текстом диссертации на 63 страницах
- автореферат диссертации на 22 страницах

Актуальность темы

Актуальность работы не вызывает сомнений и обусловлена тем, что, несмотря на значительное количество исследований в области гидродинамики открытых потоков, до настоящего времени отсутствует надежная физическая модель взаимодействия осциллирующих потоков с размываемой подстилающей поверхностью. Существующие модели, основанные на линейном анализе устойчивости ламинарного движения, не позволяют с достаточной точностью предсказывать параметры донных форм, формирующихся при взаимодействии потока с размываемым дном. Предложенный автором подход, основанный на исследовании вихревых структур, возникающих в пограничном слое в зоне торможения течения, представляет собой новый взгляд на механизмы формирования гряд на подстилающей поверхности.

Основные результаты

Разработана методика физического моделирования вихревых образований в стационарных и осциллирующих потоках воды в открытом прямом канале и процессов взаимодействия вихревых образований с размываемым дном. На основе предложенной методики:

1. Получены вертикальные профили скорости в пограничном слое потока с

обратным градиентом давления в различных фазах процесса торможения жидкости. Показано, что в фазе максимального торможения на профиле скорости формируется локальный минимум с двумя точками перегиба.

2. Экспериментально установлено, что потеря устойчивости ламинарного течения происходит в слое, содержащем верхнюю точку перегиба, при достижении критического значения перепада скорости. Это подтверждает применимость критерия Розенблюта-Симона для анализа устойчивости рассматриваемых течений.

3. Предложен и экспериментально обоснован новый механизм формирования гряд на размываемом дне в осциллирующем потоке, связывающий этот процесс с образованием и движением вихрей в фазах с обратным градиентом давления. Показано, что расстояние между грядами определяется расстоянием между вихрями, формирующимися в зоне торможения потока.

4. Установлено сходство механизмов взаимодействия потока с подстилающей поверхностью для стационарных и осциллирующих течений, что позволяет единообразно описывать эти ранее раздельно рассматриваемые явления.

Научная новизна полученных автором результатов работы

Научная значимость результатов для специальности 1.6.16 «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» заключается в углублении понимания процессов взаимодействия водных потоков с подстилающей поверхностью, что имеет важное значение для изучения русловых процессов, переноса наносов и формирования донного рельефа в реках и каналах. Предложенная автором физическая модель взаимодействия осциллирующего потока с размываемым дном дополняет и расширяет существующие представления о механизмах формирования русловых форм и может быть использована для совершенствования методов расчета русловых деформаций.

Практическая значимость работы

Практическая значимость результатов диссертационной работы

определяется возможностью их использования для совершенствования численных моделей формирования первичных грядовых донных форм при расчетах русловых деформаций, оценках устойчивости русел рек и каналов, расчетах транспорта наносов в водных объектах.

Диапазон чисел Рейнольдса и других безразмерных параметров, использованных в экспериментах, соответствует реальным условиям в природных водотоках, что повышает практическую значимость полученных результатов.

Предложенная автором методика экспериментального исследования формирования гряд на дне осциллирующим потоком может быть использована при проведении лабораторных исследований русловых процессов.

Обоснованность и достоверность результатов работы

Теоретический анализ проблемы основан на фундаментальных уравнениях гидродинамики классических критериях устойчивости течений. Математический аппарат, используемый для анализа устойчивости течений и интерпретации экспериментальных данных, корректен и соответствует современному уровню развития науки.

Экспериментальная база исследования представляется достаточной и адекватной поставленным задачам. Автор использует лабораторную установку кафедры физики моря и вод суши физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, позволяющую моделировать как стационарные, так и осциллирующие потоки.

Для визуализации потока и измерения скоростей используются частицы полистирола нейтральной плавучести, что является стандартным подходом в экспериментальной гидромеханике. Автор корректно учитывает возможные источники экспериментальных погрешностей и проводит статистический анализ данных с использованием распределения Стьюдента для построения доверительных интервалов.

Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных

соискателем работах

По результатам исследований опубликовано 6 научных работ, из них 4 статьи в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией РФ и отнесенных к высшей категории К1 (согласно списку Рабочей группы ВАК по категорированию научных изданий от 06.12.2022 № 02–1198).

Статьи, опубликованные в рецензируемых изданиях из списка ВАК:

1. Мельникова О.Н, Показеев К.В, **Ян Х.** Особенности течение в пограничном слое потока с обратным градиентом давления. // ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ. 2021. Т. 85. № 1. С. 134-139. [DOI: 10.31857/S0367676521010233]
2. Мельникова О.Н, **Ян Х.** Деформация вертикального профиля скорости в процессе торможения потока с обратным градиентом давления. //Вестник Московского Университета. Серия 3 «Физика и астрономия». 2021. № 2. С. 49-54. [DOI: 10.3103/x0027134921020077]
3. Мельникова О.Н, **Ян Х.** Устойчивость ламинарного течения на границе равномерного и замедляющегося потоков. // ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ. 2022. Т. 8б. № 2. С. 238-242. [DOI:10.31857/S036767652202020X]
4. Мельникова О.Н, Иванова И.Н, **Ян Х.** Образование гряд на дне осциллирующим потоком // ПРОЦЕССЫ В ГЕОСРЕДАХ. 2024. Т. 39. № 1. С. 2380-2386.

Статьи в других изданиях:

1. Мельникова О.Н, **Ян Х.** Особенности течения жидкости в пограничном слое потока с обратным градиентом давления. // М.: Конференция «Волны-2020» Гидродинамические волны и течения. 2020. С. 4-7, Москва, Россия.
2. **Ян Х.** Экспериментальное исследование течения жидкости в пограничном слое потока с обратным градиентом давления. // М.: МАКС Пресс, 2020. Материалы международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2020». 2020, Москва, Россия. [ISBN 978-5-317-06417-4]

В опубликованных материалах изложена все основные результаты, полученные в рамках диссертационного исследования.

Выводы

Комиссия, рассмотревшая диссертационную работу Яна Ханьлиня, считает, что она может быть представлена к защите в Диссертационный совет 24.1.040.01 при Институте водных проблем РАН, поскольку отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям по специальности 1.6.16 «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия». Работа выполнена диссертантом самостоятельно, посвящена актуальной теме, содержит новые научные результаты, имеет практическую значимость.

Высказанные при обсуждении замечания рекомендуется учесть при подготовке доклада к защите.

Члены комиссии:

Г.н.с., зав. лабораторией ИВП РАН, д.ф.-м.н. М.А. Соколовский

Г.н.с. ИВП РАН, д.г.н. Ю.Г. Мотовилов

Г.н.с. ИВП РАН, д.т.н. О.М. Розенталь

05.06.2025

М.А. Соколовской, Ю.Г. Мотовилова,
Подпись руки О.М. Розенталь
заверяю:
Зав. канцелярией О.А. Киселева
ИВП РАН