

2. Показаны перспективные пути возможного совершенствования дробового бурения.
 3. Рассмотрена принципиальная конструктивно-технологическая схема модернизированного снаряда дробового бурения, с детальным обоснованием работы каждого узла.
 4. Показан механизм взаимодействия основных деталей и узлов модернизированных снарядов, обеспечивающий достижение оптимальных показателей процесса сооружения скважин в соответствующих горно-геологических условиях.
 5. Намечены основные органические направления дальнейшего совершенствования дробового бурения.
 6. Предварительные расчеты показывают увеличение технико-экономических показателей бурения с использованием проектируемого снаряда примерно на 120 – 140%.
- Авторские права на предлагаемую конструкцию снаряда защищены патентом Украины.

Проаналізовано стан і перспективи розвитку техніки та технології дробового буріння. Визначено основні шляхи вдосконалення зазначеного методу. Розглянуто особливості конструкції і принцип дії вдосконаленого пристрою дробового буріння.

Ключові слова: дробовий спосіб буріння, забій свердловини, рейс, механізм руйнування, очисний агент, керн, гвинтовий двигун.

The state and prospects of development of technique and technology of the chilled-shot drilling is analysed. The basic ways of perfection of the indicated method are set. The features of construction and principle of action of the improved chilled-shot device are considered.

Key words: chilled-shot method of the boring drilling, well face of bore hole, trip, mechanism of destruction, cleaning agent, core, screw engine.

Литература

1. Остроушко И.А. Забойные процессы и инструменты при бурении горных пород / И.А. Остроушко. – М.: Госгортехиздат, 1962. – 272 с.
2. Саламатов М.А. Механизм разрушения горных пород дробью и его теоретические основы / М.А. Саламатов // Тр. Свердловск. горного ин-та: матер. по геологии и разведке полезных ископаемых Урала. – 1960. – Вып. XXXVII. – С. 213 – 224.
3. Пат. 90705 № u201314641 Україна, МПК Е 21 В 7/16. Пристрій для дробового буріння / А.О. Ігнатів. – Заявл. 13.12.2013; Опубл. 10.06.2014; Бюл. № 11.

Поступила 18.05.15

УДК 622.233: 551.49

**А. А. Кожевников, А. К. Судаков, доктора технических наук,
А. Ф. Камышацкий, канд. техн. наук, А. А. Лексиков**

Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина

ТЕХНОЛОГИИ ОБОРУДОВАНИЯ БУРОВЫХ СКВАЖИН ГРАВИЙНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

Представлены технологии создания гравийных фильтров разработанных сотрудниками кафедры техники разведки МПИ Национального горного университета, предназначенных для оборудования продуктивных горизонтов буровых скважин.

Ключевые слова: водоснабжение, буровая скважина, гравийный фильтр, водопрямая часть скважины.

В буровых скважинах различного назначения на воду, нефть, газ и при подземном выщелачивании движение флюидов осуществляют в прямом направлении (из скважины), обратном (в скважину) и реверсивном (скважины подземных хранилищ газа). В течении всего периода эксплуатации скважины ее стенки в пределах продуктивного пласта должны быть устойчивыми. Это достигается установкой в скважине фильтра, назначение которого состоит в предохранении стенок скважин от обрушения и в очистке флюидов, поступающих на дневную поверхность от твердых примесей.

В зависимости от крупности частиц горной породы продуктивного пласта конструкции фильтров могут применяться от самых простых – трубчатых с перфорацией или каркасно-стержневых до самых сложных – гравийных. Гравийные фильтры применяют в скважинах, когда продуктивный пласт представлен песками, причем если пески среднезернистые, то рекомендуется фильтр с однослойной, при мелкозернистом -многослойной (двух-, трехслойный) гравийной обсыпкой.

Гравийные фильтры существуют двух конструкций и технологий изготовления. При первом варианте гравийный фильтр создают на дневной поверхности и в готовом виде опускают в скважину. При втором варианте в скважину после спуска каркаса фильтровой колонны доставляют рыхлый гравийный материал. Обе конструкции и технологии имеют как достоинства, так недостатки. Существенными недостатками этих технологий являются сложность и дороговизна выполнения технологических операций.

Эта проблема особенно актуальна при организации хозяйственно-питьевого водоснабжения как в Украине, так и во всем мире. Еще никогда проблема питьевой воды не стояла перед человечеством так остро, как в последние годы. В ознаменование официального признания значения водных проблем Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 2005–2015 гг. международным десятилетием «Вода для жизни».

Проблема питьевой воды в мире приобретает все большую остроту. Это связано с тем, что практически все пресные источники стали в той или иной степени загрязненными продуктами жизнедеятельности человека.

Выход один – бурение гидрогеологических скважин. Более 60% скважин на воду создаются в водоносных горизонтах, представленных рыхлыми отложениями.

Этой крупной и актуальной проблеме, состоящей в разработке эффективных технологий создания гравийных фильтров буровых скважин, продуктивная часть которых представлена среднезернистыми, мелкозернистыми, тонкозернистыми и пылеватыми песками, имеющей важное практическое значение, и посвящена настоящая работа.

Целью статьи является анализ инновационных технологий создания гравийных фильтров, разработанных в последнее время.

Гравийные фильтры со съёмным кожухом [1; 2]. Особенность технологий применения гравийных фильтров со съёмным защитным кожухом (рис. 1) состоит в их сборке на дневной поверхности с формированием в пространстве между каркасом фильтровой колонны 9 и съёмным защитным кожухом 2 при визуальном контроле гравийной обсыпки (при необходимости многослойной) с заданными физическими свойствами. После чего выполняют операции по транспортированию гравийного фильтра по стволу скважины, до забоя, отсоединению и последующего извлечения съёмного кожуха из скважины на колонне буровых труб на дневную поверхность.

Отличительной особенностью разработанных и предлагаемых к применению гравийных фильтров в том, что они содержат съёмный защитный кожух 2, имеющий диаметр, максимально приближенный к диаметру водоприемной части скважины. Кожух 2 предназначен для формирования гравийной обсыпки и предотвращения нарушения ее сплошности до момента приведения фильтра в рабочее состояние, центрирования гравийного фильтра при установке в водоносном горизонте и т.д. При детальном рассмотрении конструкций гравийных фильтров только фильтр с жестким соединением съёмного кожуха с башмаком шпильками (рис. 1 а) может иметь значительную длину фильтровой колонны. Сборка гравийного фильтра, наращивание фильтровой колонны по данной схеме производят на устье скважины после присоединения съёмного защитного кожуха 2 к башмаку 1 срезаемыми шпильками 1б. Удерживание фильтра на устье от падения его в скважину осуществляется хомутами закрепленными на съёмном защитном кожухе 2. Остальные конструкции гравийных фильтров (рис. 1 б, в, г) имеют ограничение по длине фильтровой колонны, обусловленное высотой мачты буровой установки. Кроме того (рис. 1 в, г), для предупреждения поднятия защитного кожуха 2 в процессе транспортировки гравийного фильтра к водоносному горизонту на колонне буровых труб 11 и обеспечения формирования качественной гравийной обсыпки в водоносном горизонте необходимо, чтобы при сборке фильтра и в процессе его транспортировки выполнялось условие

$$l_n > l_b > l_3,$$

где l_n – глубина посадки кожуха в штатное место в башмаке отстойника; l_b – величина свободного хода кожуха, ограниченного предохранителем; l_3 – величина паза замка.

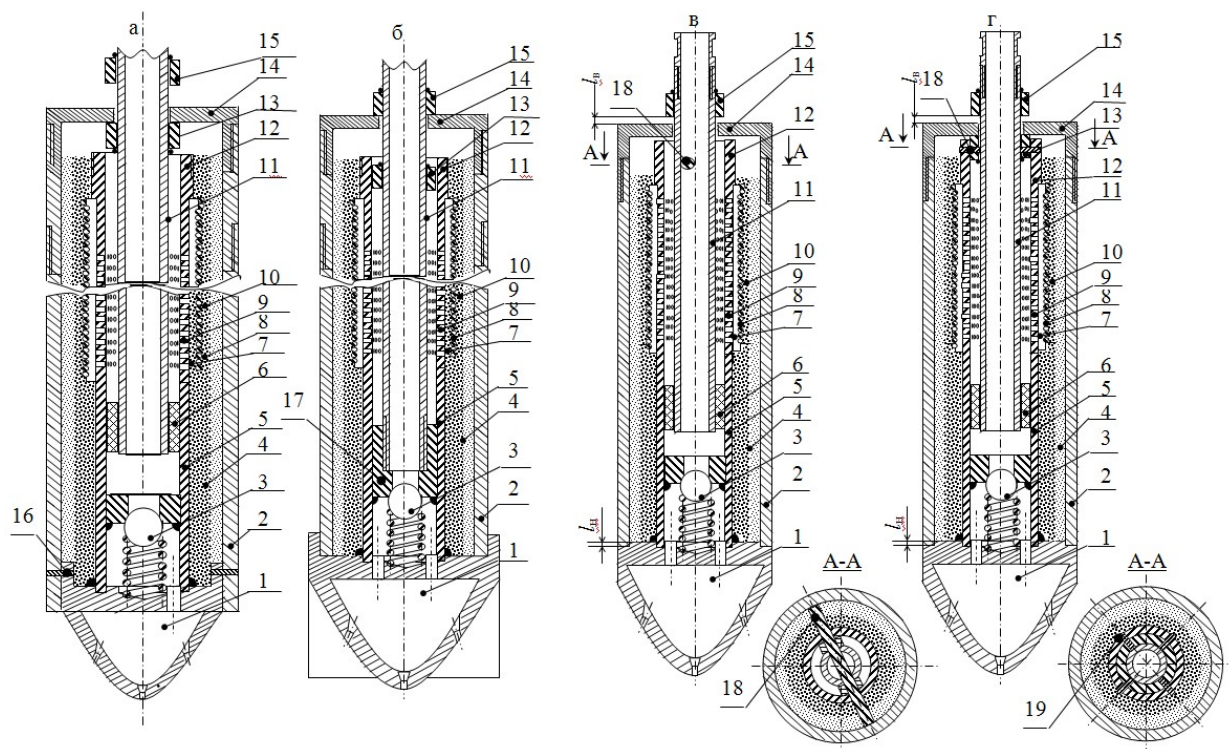


Рис. 1. Схема опускаемого гравийного фильтра со съёмным защитным кожухом: а – с жестким соединением съёмного кожуха с башмаком шпильками; б – с соединением бурильной колонны с каркасом фильтра левой резьбой; в – с Т-образным соединением бурильной колонны с надфильтровой трубой; г – с жестким соединением бурильной колонны с надфильтровой трубой шпильками; 1 – башмак; 2 – съёмный кожух; 3 – обратный клапан; 4 – материал внешнего слоя гравийной обсыпки; 5 – отстойник; 6 – сальник; 7 – подкладные прутки; 8 – проволочная обмотка; 9 – трубчатый каркас фильтровой колонны; 10 – внутренний слой гравийной обсыпки; 11 – колонна бурильных труб; 12 – надфильтровые трубы; 13 – упор; 14 – крышка кожуха; 15 – предохранитель

Транспортируется гравийный фильтр на колонне бурильных труб 11, которые в зависимости от выбранной конструкции соединяются с фильтром посредством:

- срезаемых шпилек 16, жестко соединяющих нижнюю часть съёмного кожуха 2 с башмаком фильтра 1, и упора 13, жестко присоединенного к колонне бурильных труб 11. Колонна бурильных труб имеет возможность осевого перемещения, ограниченного упором 13 и предохранителем 15 (рис. 1 а);
- муфты с левой резьбой 17, жестко установленной во внутренней полости отстойника 5, функционально выполненной совместно с обратным клапаном (рис. 1 б);
- Т-образного ключа 18, фиксирующего соосное положение каркаса фильтровой колонны 9 с корпусом съёмного кожуха 2 (рис. 1 в);
- срезаемых шпилек 19, конструктивно расположенных в жестко закрепленном на бурильной колонне 11 упоре 13 и верхней части надфильтровой колонны 12 гравийного фильтра (рис. 1 г).

Посадка гравийного фильтра в водоносный горизонт может осуществляться:

- в раскрытый водоносный горизонт с проектным диаметром. В этом случае диаметр съёмного кожуха должен быть максимально приближен к диаметру водоприемной части скважины;
- в пилот-скважину малого диаметра, при этом его посадка осуществляется расширением водоприемной части гидровмывом с применением технической воды;
- методом одновременного вскрытия водоносного горизонта и посадки гравийного фильтра гидровмывом.

После того как фильтр посажен на проектную глубину (рис. 1 а, г) под действием осевой нагрузки, создаваемой весом бурильной колонны, происходит срезание шпилек с последующим извлечением съёмного защитного кожуха 2 из скважины и оголением материала гравийной обсыпки.

Криогенно-гравийный фильтр (КГФ) [3; 4]. В основу работы положена идея создания технологии изготовления элемента гравийного фильтра блочной конструкции с соединением гравийного материала в монолитный композит с помощью минераловязущего вещества на водной

основе с последующей однопорционной доставкой, установкой в скважине и переходом гравийного композита из монолитного состояния в рыхлое в связи с приобретением минераловязущим веществом реологических свойств воды, которое происходит под воздействием тепловых полей скважинных и пластовых вод.

Разработанная технология предназначена для сложных геолого-технических условий оборудования и эксплуатации буровых скважин. Областью применения предлагаемой технологии является оборудование буровых скважин различного целевого назначения КГФ в интервале продуктивных горизонтов, представленных тонкозернистыми песками с глубиной их залегания до 200 м.

Для реализации разработанной технологии необходимо выполнить следующие технологические операции: изготовление на дневной поверхности криогенно-гравийного элемента (КГЭ) фильтра блочной конструкции; сборка рабочей части КГФ, состоящего из криогенно-гравийных секций (КГС), собранных из КГЭ; транспортировка КГФ по стволу скважины к продуктивному горизонту; посадка КГФ в водопримную часть скважины.

После сборки в транспортном положении КГФ (рис. 2 а), состоящий из КГС, транспортируют по стволу скважины к водопримной части скважины.

Результаты работы нашли практическое применение в Украине при оборудовании гидрогеологических скважин в условиях коммерческих предприятий БК «Азовнерудгеология» и ООО «Промышленно-геологическая группа «Днепрогидрострой».

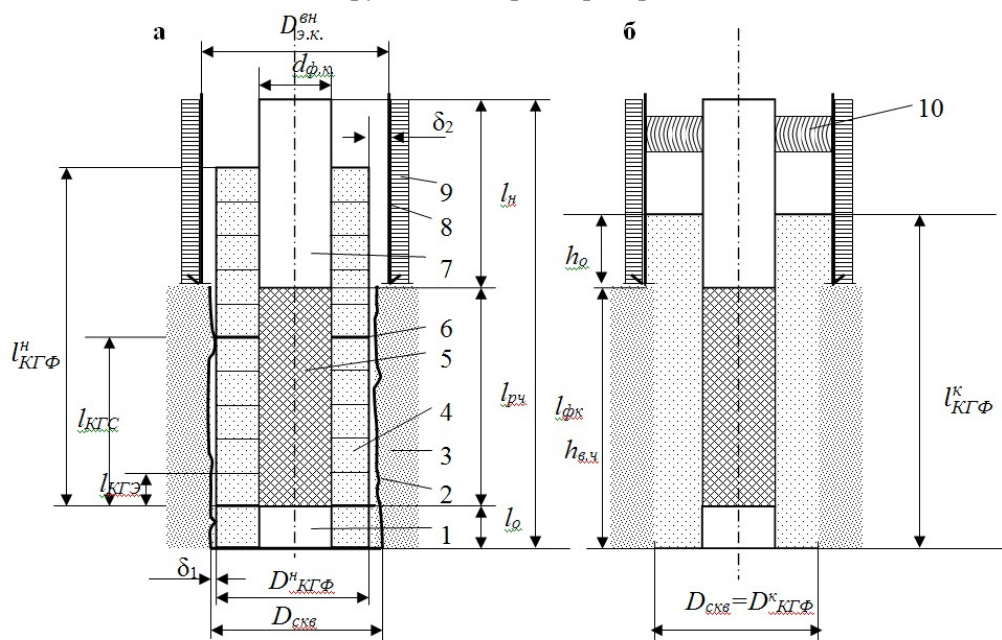


Рис. 2. Схема оборудования КГФ водопримной части скважины: а – КГФ в исходном состоянии; б – КГФ в рабочем состоянии; 1 – отстойник; 2 – стенки водопримной части скважины; 3 – порода водопримной части скважины; 4 – КГЭ; 5 – рабочая часть фильтра; 6 – опорный элемент; 7 – надфильтровая труба; 8 – эксплуатационная колонна; 9 – цемент; 10 – сальник

Керамически-гравийный фильтр [5]. Идея состоит в использовании принципиально новой добавки к минераловязущему веществу гравийной обсыпки и технологии изготовления гравийного фильтра блочной конструкции, которые препятствуют преждевременному разрушению его структуры и обеспечивающие целостность гравийной обсыпки во время сборки, спуска фильтра по стволу скважины и посадки в продуктивный горизонт с последующим его растворением и переходом гравийного материала из монолитного состояния в рыхлое.

Технический результат достигается тем, что гравийный фильтр (рис. 3), содержащий гравийный материал, закрепляющий (минераловязущий) материал, каркас фильтровой колонны отличие в том, что закрепляющим материалом гравия служит водный раствор силиката натрия, подлежащий обработке при температуре 30–300 °С.

Фильтр сооружают на дневной поверхности в водонепроницаемой емкости, которая повторяет контуры каркаса фильтровой колонны и водоносного горизонта. При этом возможно формирование вокруг каркаса фильтра гравийного слоя высокого качества с заданными параметрами

при постоянном визуальном контроле. Для этого в подготовленный однородный гравийный материал вводят водный раствор силиката натрия и тщательно его перемешивают. Полученный вязко-пластичный композит заливают в водонепроницаемые емкости (формы), и при последующем динамическом воздействии композит формирует равномерную, однородную с требуемыми размерами гравийную обсыпку. Омоноличивание композита достигают последующим его высушиванием при температуре 30–300 °С, при этом получают гравийный фильтр блочной конструкции с требуемыми прочностными характеристиками.

После сборки фильтра, спуска по стволу скважины и посадки его в продуктивный горизонт силикат натрия растворяется под действием пластового флюида (скважинной жидкости), тем самым приводя гравийную обсыпку в рабочее – рыхлое состояние, а само вязущее вымывается.

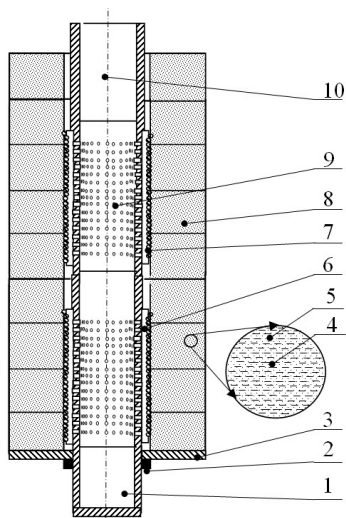


Рис. 3. Схема керамически-гравийного фильтра: 1 – отстойник; 2 – опорный элемент; 3 – хомут; 4 – материал гравийной обсыпки; 5 – минераловязущий материал; 6 – подкладные прутки; 7 – проволоочная обмотка; 8 – керамически-гравийный блок; 9 – трубчатый каркас фильтра; 10 – надфильтовая труба

Выводы

Результатом применения предлагаемых технологий создания гравийных фильтров является обеспечение требований санитарных норм и правил, повышение качества гравийного фильтра, устранение явления пескования, увеличение проницаемости гравийного фильтра, снижение гидравлического сопротивления, снижение затрат времени на монтаж фильтра, повышение дебита и срока службы скважины. Кроме описанных преимуществ фильтров важно, что существенно уменьшается часть инородных примесей, поступающих в гравийный фильтр до освоения скважины, от объема которых зависит гидравлическое сопротивление гравийной обсыпки фильтра, а следовательно, его качество.

Technologies of creation of gravelers are presented worked out by the employees of department of technic prospecting of deposits the National mining university, productive horizons of drillholes intended for an equipment.

Key words: water-supply, drillhole, well, graveler, water receiving part.

Наведено технології створення гравійних фільтрів розроблених співробітниками кафедри техніки розвідки РКК Національного гірничого університету, призначених для обладнання продуктивних горизонтів бурових свердловин.

Ключові слова: водопостачання, бурова свердловина, гравійний фільтр, водоприймальна частина свердловини

Литература

1. Пат. 37193 Україна, МКИ E21 B43/00. Спосіб обладнання водоприймальної частини гідрогеологічних свердловин гравійними фільтрами з пухким обсипанням / О.А. Кожевников, А.К. Судаков, О.А. Пашенко, О.Ф. Камишацький.; заявник і патентовласник Національний гірничий університет. – № U200805236; заявл. 22.04.08; друк. 25.11.08, Бюл. № 22.
2. Пат. 39691 Україна, МКИ E21 B43/00. Гравійний фільтр / О.А. Кожевников, А.К. Судаков, О.А. Пашенко, О.Ф. Камишацький.; заявник і патентовласник Національний гірничий університет. – №U200811215; заявл. 16.09.08; друк. 10.03.09, Бюл. № 5.
3. Пат. 87993. Україна, МПК E21B 43/00. Гравійний фільтр / А.О. Кожевников, А.К. Судаков.; заявник і патентовласник Національний гірничий університет. – № a200605532; заявл. 22.05.06; друк. 10.09.09, Бюл. № 17.

4. Пат. 88726 Україна, МПК E21B 43/08. Гравійний фільтр / А.О. Кожевников, А.К. Судаков, О.А. Пашенко, О.Ф. Камишацький, В.І. Тітов, О.А. Лексиков, В.П. Донцов.; заявник і патентовласник Національний гірничий університет. – № а200803913; заявл. 28.03.08; друк. 10.11.09, Бюл. № 21.
5. Пат. 88569 Україна, МКИ E21 B43/08. Гравійний фільтр/ А.О.Кожевников, А.К. Судаков, О.А. Пашенко, О.Ф. Камишацький, В.І. Тітов, О.А. Лексиков, В.П. Донцов.; заявник і патентовласник Національний гірничий університет. – № а200803922; заявл. 28.03.08; друк. 26.10.09, Бюл. № 20.

Поступила 09.06.15

УДК 622.24

А. А. Игнатов

*Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина*

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ УСТРОЙСТВА ОЧИСТКИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

Рассмотрены вопросы движения промывочной жидкости сквозь систему лопастей устройства для очистки каверн. Показано распределение скоростей обусловленных работой исполнительного органа проектируемого механизма. Аналитически обоснованы условия применения разработанного устройства для обработки кавернозной зоны.

Ключевые слова: скважина, устройство для обработки, шарнирный механизм, промывочная жидкость, скорость, лопасть, энергия.

Введение

Основными задачами теории работы лопастного устройства по очистке каверн являются исследования процесса энергообмена и сил взаимодействия между исполнительным механизмом и объемом жидкости. Обе эти группы вопросов относятся к задачам гидромеханики. При прохождении очистного агента сквозь рабочий орган устройства происходит преобразование потенциальной энергии жидкости в кинетическую (скоростной напор покидающих лопасти струй). Полнота этого преобразования – иными словами коэффициент полезного действия устройства – определяет как энергетическую, так и качественную стороны рассматриваемых явлений. Функция активных струй жидкости, формирующихся лопастным органом, заключается в разрушении (размыве) глинисто-шламовых паст находящихся в кавернах [1].

При изучении явлений происходящих в результате работы лопастного устройства необходимо, прежде всего, выделить главное, от чего зависит характер процесса, и отбросить те обстоятельства, которые не имеют существенного значения. Такое некоторое упрощение подходов совершенно необходимо, без него исследование многих даже простейших реальных явлений привело бы к возникновению чрезвычайно сложных, неразрешимых задач. Подтверждением правильности сказанного является, к примеру, использование в гидравлике так называемых моделей жидкости, что позволяет привлекать к решению различных задач математический аппарат. Поэтому, в зависимости от характера исследований реального объекта, необходимо отдавать предпочтение тем или иным его физическим свойствам.

В общем случае задачи гидромеханики лопастного устройства могут быть представлены двумя направлениями. В состав первого входит поиск результирующего эффекта при условии, что явления, происходящие внутри рассматриваемой области, могут быть известны лишь приближенно. Внутренние связи исключаются из рассмотрения на основе принципа равенства действия противодействию. Сюда можно отнести задачи, решаемые, в том числе, с помощью теоремы о количестве движения. Второе направление объединяет исследования явлений внутри объема жидкости, а именно распределение давлений и скоростей с помощью энергетических уравнений. Как правило, такие задачи в меньшей степени доступны теоретическому анализу и их строгое решение возможно в ограниченном числе случаев [2].