

## Анализ Способов Получения И Средств Формирования Импульсных Струй Воды Высокого Давления Для Разрушения Различных Материалов

Ismailova Maloxat Islomjon's Daughter

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers

### Аннотация:

В статье изучена разрушение горных пород и различных материалов импульсными струями воды высокого давления, сформированными при помощи специальных средств (рабочих инструментов). Приводятся результаты полевых испытаний по устройству противодиффузионных завес в грунте с помощью гидроструйной технологией.

**Ключевые слова:** импульсные струи воды, высокое давление, устойчивость, устройство противодиффузионных завес, грунт.

Идея применения импульсных струй воды не является новой, и они уже нашли широкое применение для удаления покрытий и резания различных металлических и неметаллических материалов [1, 55 - 61]. Однако при нарезании щелей в породном массиве этот способ требует усовершенствования, так как в настоящее время разработанное оборудование для реализации этой технологии не всегда может быть использовано применительно к горным породам.

Поскольку импульсные струи воды высокого давления являются прерывистыми, параметры, управляющие их свойствами, намного сложнее, чем параметры непрерывных струй воды. Сложность процесса объясняется тем, что помимо параметров воды необходимо учитывать механизм формирования струи.

В настоящее время известно несколько способов создания импульсных струй воды [3, 63]. При этом импульсные струи можно разделить на два основных класса: естественные и искусственные (принудительно полученные).

Весьма просто создать так называемую естественную импульсную струю воды из непрерывной. За пределами основного участка длиной 10см струя воды теряет устойчивость, приобретает извилистую форму и на ее поверхности наблюдаются интенсивные выбросы жидкости. В дальнейшем струя воды разделяется на отдельные блоки (капли), подвергающиеся более интенсивному капельному распаду. Как полагают [4], эти капли и представляют собой естественную гидроимпульсную струю.

Основным недостатком естественной гидроимпульсной струи является низкая режущая способность и их применение при резании горных пород не эффективно [4]. Однако такие струи широко применяются для удаления слабых покрытий с различных поверхностей [4].

Отдельный класс импульсных струй воды представляют искусственные. Их получают за счет принудительного прерывания (модуляции) непрерывного потока высокоскоростной струи воды. Принудительная модуляция представляет самый многообещающий способ получения гидроимпульсной струи из-за его простоты и практичности.

Начиная с семидесятых годов ведутся работы по созданию различных типов устройств для внутреннего прерывания непрерывной струи воды. Особое внимание сосредоточено на методах получения импульсной струи с помощью наконечника, установленного в корпусе

насадки, совершающего возвратно- поступательное движение.

В отличие от вращающегося диска при этой схеме создается импульсная струя воды, вытекающая из насадки как непрерывный поток жидкости, имеющий неустойчивую (циклически меняющуюся) скорость. В этом случае гидроимпульсная струя приобретает некую последовательность отдельных струй лишь на некотором расстоянии от среза насадки. Данное утверждение справедливо также и для естественной струи.

Рассмотренные способы получения импульсных струй воды применялись в основном при давлении до 40 - 60 МПа. При этом частота пульсации скорости струи принималась различной для каждого конкретного способа получения струи и ограничивалась возможностями технологического оборудования.

Практика использования импульсных струй воды высокого давления при разрушении различных материалов не дает достаточных знаний, позволяющих производить выбор наилучшего способа получения струи и средства для его реализации, то есть рабочего инструмента. Поскольку все способы получения импульсной струи воды имеют свои преимущества и недостатки, то выбор наиболее эффективного варианта как способа, так и инструмента зависит от области применения, а также той или иной технологической операции, выполняемой струей воды, и требует проведения дополнительных исследований.

В НИИ оснований, фундаментов и подземных сооружений на основе экспериментально-теоретических исследований, разработана методика устройства противofильтрационных завес, усиление фундаментов и упрочнение грунтов оснований гидроструйной технологией.

Целью проведенных исследований являлось обоснование теоретических исследований по устройству противofильтрационных завес, укрепление слабых оснований и усиление фундаментов с помощью гидроструйной технологии в грунтовых условиях Республики Узбекистан.

Главным принципом гидроструйной технологии является использование струи жидкости, для прорезания в грунте полостей необходимой формы и размеров. Прорезание в грунте полостей производится горизонтально направленными струями, истекающими из боковых сопел гидромонитора. Для повышения эффективности действия струи гидромонитор оснащается дополнительным соплом, образующий жидкостным соплом кольцевой зазор, через который под давлением подается воздух. Образующаяся при этом воздушная рубашка отделяет струю от подземной воды и пульпы на поверхность. Опуская гидромонитор в лидерную скважину и делая таким путем вертикальные разрезы, разрушая и удаляя грунт высоконапорными струями с последующим заполнением полостей раствора вяжущего или твердеющего материала, то можно создать в грунте плоские элементы, вращая гидромонитор в грунте с одновременным подъемом, можно получить цилиндрические элементы – сваи.

Сооружаемые с использованием гидроструйной технологией противofильтрационные завесы могут применяться для защиты строительных котлованов и горных выработок от притока подземной воды, уменьшения фильтрации воды в основаниях дамб и плотин, инфильтрации её из каналов и водохранилищ, ограждения площадок с очагами загрязнения с целью защиты окружающей среды и в других случаях.

Несущие конструкции устраивают в виде сплошных или отдельно стоящих опор. Они могут применяться в качестве фундаментов зданий и откосов, стабилизации оползней, усиления фундаментов существующих сооружений и т.п.

На опытной площадке были проведены натурные эксперименты по устройству противofильтрационных завес в грунте. Противofильтрационные завесы устраивали

отдельными секциями от скважины к скважине. Стыковка секций производили под углом порядка  $130^\circ$  с целью обеспечения надежного смыкания секций и предотвращения размыва незатвердевшего заполнителя в готовой секции. Толщина завесы получалась в зависимости диаметра сопла от 5 до 30 см. К нагнетанию материала заполнения приступают сразу же после того, как из направляющей скважины начнет изливаться пульпа. Материал заполнения подавался при давлении 3,5-6 МПа. В качестве противофильтрационного материала использовали глинистые твердеющие растворы на основе цемента. Эти материалы позволяют получить завесы с коэффициентом фильтрации порядка  $10^{-5}$  м/сут. А при усилении существующих фундаментов применялись цементные, глиноцементные и цементно-песчаные растворы, при необходимости химические растворы – фибробетон и т.п. Указанные материалы применялись с ускорителями схватывания и без них. Составы твердеющих растворов следует подбирать исходя из требуемой прочности материала с выходом камня не менее 95 %. Требования к бетону устанавливаются в соответствии КМК 2.03.01-96 «Бетоны и железобетонные конструкции».

Как показали многочисленные экспериментальные исследования, наиболее компактную и энергоемкую струю дают конические сопла с углом конусности  $13^\circ$  и с цилиндрической направляющей частью на конце (рис.3), служащей для уменьшения струя, истекающая из сопла, на протяжении полета претерпевает ряд изменений, на выходе из сопла струя имеет плотную структуру и цилиндрическую форму. По мере удаления от сопла струя, испытывая сопротивление окружающей среды, начинает расслаиваться, увеличиваясь в поперечном сечении и приобретая конусную форму, в результате чего она теряет напор. В соответствии с этим различают три участка в структуре водяной струи. Первый участок – струя имеет сложную структуру, сохраняя примерно размеры выходного отверстия сопла и составляет 80-100  $d_0$ , второй участок – струя ещё имеет плотное ядро, однако её поверхностные слои состоят из отдельных окруженных воздухом струек и длина составляет 100-300  $d_0$  от сопла; третий участок – струя теряет плотное ядро и состоит из отдельных струек и длина составляет от сопла свыше 300  $d_0$ , где  $d_0$  – диаметр выходного отверстия сопла.

При одно- и двухкомпонентной технологиях материалом тела фундамента является грунтобетон. Прочность его зависит от вида грунта, параметров твердеющего раствора, скорости подъема и частоты вращения монитора. Прочность материала, образуемого в песчаных грунтах получается выше, чем в глинистых. При трехкомпонентной технологии разрушенный грунт полностью замещается с раствором, поэтому прочностные свойства фундамента определяется прочностными свойствами исходных материалов.

### Выводы:

На основании экспериментального - теоретических исследований можно сделать следующие выводы:

1. Сооружаемые с использованием гидроструйной технологии противофильтрационные завесы могут применяться для защиты строительных котлованов и горных выработок от притока подземной воды, уменьшение фильтрации воды в основаниях дамб и плотин, инфильтрации ее из каналов и водохранилищ, ограждения площадок с очагами загрязнения с целью защиты окружающей среды и в других случаях.
2. Гидроструйная технология характеризуется высокой производительностью и экономичностью. По сравнению с другими способами строительства эта технология позволяет значительно сократить сроки производства работ, снизить трудоемкость и получить значительный экономический эффект.
3. Выявлено, что водная струя, истекающая из сопла, на протяжении полета претерпевает

ряд изменений и можно разделить на три участка:

- первый - струя имеет сплошную структуру, сохраняет примерно размеры выходного отверстия сопла,  $l \approx 80d_0$  ;
  - второй - струя еще имеет плотное ядро, но ее поверхностные слои состоят из отдельных окруженных воздухом струй,  $l \approx 80d_0 \div 300d_0$ ;
  - третий - струя теряет плотное ядро и состоит из отдельных струек и капель,  $l \approx 300d_0 \div 500d_0$ .
4. Интенсивность разрушения грунта водяной струи зависит от его физико-механических свойств. Чем плотнее или пластичнее грунт, тем медленнее происходит его разрушение.
  5. Наиболее компактную и энергоёмкую струи дают конические сопла с углом конусности, равным  $13^\circ$ .
  6. Выявлены основные факторы влияющих на интенсивность разрушения грунта водяной струей:
    - плотность, начальный диаметр, скорость истечения струи, размеры и качество сопла;
    - физико-механические свойства грунта (плотность и сцепления).

#### Использованные литературы

1. Chahine G.L., Conn A.F., Johnson V.E. Cleaning and cutting with self- resonating pulsed waterjet. Pros. 2nd U.S. Water Jet Conference, St. Louis, USA. - 1983. pp. 167-173.
2. Chahine G. L., Johnson Jr. V. E., Frederick G. S. The feasibility of passively interrupting water-jets for rock cutting applications HYDRONAUTICS, Incorporated Technical Report 8228-1, 75 p.
3. Summers D. A. Presentation during Session 3 (untitled), Workshop on the Application of High Pressure Water Jet Cutting Technology, Rolla, Missouri, p. 107 — 133.
4. Vijay M.M. How Does a Pulsed Waterjet Work? [www.chem.arizona.edu/smith/50.pdf](http://www.chem.arizona.edu/smith/50.pdf).
5. Поляков А.В. Некоторые способы получения гидроимпульсных струй (Сушков)
6. Мерзляков В.Г., Бафталовский В.Е. Физико-технические основы гидроструйных технологий в горном производстве. - М.: ННЦГП-ИГД им. А.А. Ско- чинского, 2004. - 645 с.
7. Коняшин Ю.Г. Определение необходимых параметров струй воды, формируемых одиночными насадками, оснащающими гидромеханический исполнительный орган проходческого комбайна// Науч. сообщ./ИГД им. А.А Скочинского. - М., 1975. - № 126.- С. 38 - 44.
8. Коняшин Ю.Г. Эффективность применения насадок различных видов для гидравлического разрушения горных пород// Науч. сообщ./ИГД им. А.А Скочинского. - М., 1979 - Вып. 178. - С. 21 - 29.
9. Научно-технический совместный отчет Гидроспецпроекта Минэнерго СССР и НИИОСПа Госстроя СССР. Отработать в опытно-производственных условиях технологические параметры устройства противофильтрационных завес с использованием энергии водяной струи. Гос. регистрация № 81018267, 1982.
10. Научно-технический отчет ЗПЛИТИ Госархитектсроя РУз “Разработка методов укрепления грунтов основания гидроструйной технологией в сложных грунтовых условиях РУз”, Ташкент, 2000.