

с. 123-127.

6. Кучер Р.В., Тітов Е.В., Урьев Н.Б. і др. Хімічні стабілізатори і пластифікатори висококонцентрованих водовугільних суспензій. //Вісник АНУССР. – 1988. – №1 – с. 41-50.
7. Макаров А.С., Олофінський Е.П., Дегтяренко Т.Д. Фізико-хімічні основи одержання висококонцентрованих водовугільних суспензій //Вісн. АН УРСР, 1989, №2 – с. 66-75.
8. Хілько С.Л., Тітов Е.В., Башкатова І.М., Попов А.Ф. Перспективи використання колоїдного палива в енергетиці. Хім. промисл. України, – 1999 – №4 – с. 7-12.
9. Дегтяренко Т.Д., Заргородний В.А., Васильев В.В., Макаров А.С. Свойства высококонцентрированных водоугольных суспензий с добавкой лигносульфоната и щелочного компонента. //ХТТ – 1988 – №3 – с. 81-86.
10. Пат. 1545606 А1 Україна, С 10 L 1/32. Добавка до водовугільної суспензії /Зав городній В.А., Макаров А.С., Дегтяренко Т.Д. і др. Заявл. 03.03.88 Опубл. 30.09.96 Бюл. №3.
11. Дегтяренко Т.Д., Завгородний В.А., Макаров А.С., Гамера А.В. Особенности получения высококонцентрированных водоугольных суспензий из малозольных углей. //ХТТ – 1989 – №5 – с. 99-103.
12. Мурко В.И., Корочкин Г.К., Горлов Е.Г., и др. Экологические аспекты приготовления и транспорта водоугольных суспензий. //ХТТ – 1999 – №1 – с. 81-87
13. Макаров А.С., Гамера А.В., Борук С.Д., Завгородний В.А. Использование промышленных сточных вод при получении водоугольного топлива. /ж. Химия и техн. воды, 2002, т.24, №5 – с. 440-446.
14. Красавин А.П. Защита окружающей среды в угольной промышленности. – М.: Недра. 1991-221с.
15. Щукин Е.Д., Конторович С.И., Бессонов А.И. и др. Влияние жидкой среды на прочность и диспергируемость угля. //Коллоид.журн. – 1987. – №4 – с. 728-737.
16. Фейгин Л.А., Рожанский. О возможности полного рентгенографического дисперсионного анализа графитовых порошков и коллоидных препаратов. //Докл. АН СССР. 1957. Т.113 №5. – с. 1102-1105.
17. Руди В.П., Орыняк М.В., Смокоржевский А.В. и др. Исследование поверхностного потенциала бисчетвертичных аммониевых солей на границе фаз раствор-воздух. //Коллоид. журн. 1984 Т.46 №5 – с. 951-954.
18. Чудаков М.И. Промышленное использование лигнина. – М.: Лесн. промышленность – 1983 – с. 200
19. Паус К.Ф. Буровые промывочные жидкости. – М.: Лесн. промышленность – 1981 – 203 с.

*Поступила в редколлегию
Рекомендована к публикации*

УДК 622.271.63

В.Ю. КУХАРЬ

КРИТЕРИЙ ПОДОБИЯ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ПОТОКА, ОБРАЗОВАННОГО В ГРУНТЕ ВОДЯНОЙ СТРУЕЙ

Визначено критерій подібності об'ємного фільтраційного потоку, який створений при поширенні у водонаповнений пухкий ґрунт турбулентного осьосиметричного водяного струменя.

Ключові слова: критерій подібності, розмив ґрунту, фільтраційний потік, піддонна зона розмиву.

Определен критерий подобия объемного фильтрационного потока, образованного при распространении в водонаполненный несвязный грунт турбулентной осесимметричной водяной струи.

Ключевые слова: критерий подобия, размыв грунта, фильтрационный поток, поддонная зона размыва.

Проведенные на лабораторной установке экспериментальные исследования

позволили установить зависимости формы и размеров зоны размыва от начальных параметров турбулентной затопленной наклонной осесимметричной водяной струи [1]. Для использования полученных результатов в реальных условиях следует определить критерии подобия.

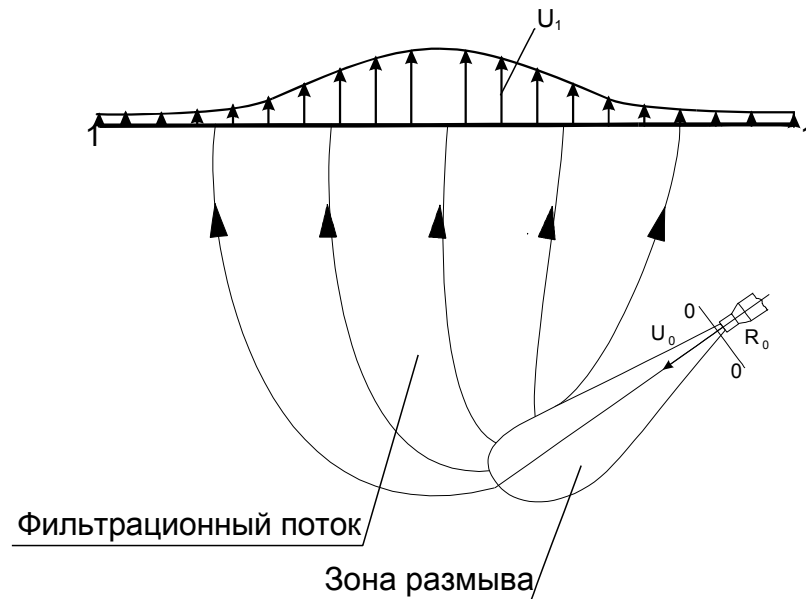


Рисунок 1 – Схема фильтрационного потока из поддонной зоны размыва

Схема фильтрационного потока из поддонной зоны размыва

В результате взаимодействия струи с грунтом образуется зона размыва такого размера, при котором на ее границах устанавливается скорость, равная размывающей. Процесс взаимодействия струи с массивом, при котором возникли такие условия, является установившимся.

В пределах зоны размыва (рисунок) частицы грунта находились под совместным действием скоростного напора потока воды и силы тяжести. При этом частицы были постоянно во взвешенном состоянии и упорядоченно перемещались с потоками воды. В нижней части зоны размыва частицы грунта перемещались вместе со струей в направлении от форсунки к максимально удаленной от нее зоне, расположенной по геометрической оси форсунки. Там частицы грунта и поток воды изменяли направление движения и двигались в обратном направлении над струей, образуя четкую границу встречных потоков. В результате рассмотрения силового взаимодействия струи и грунта были установлены критерии подобия для характерных участков поддонной зоны размыва [2]. Избыток воды в зоне размыва получал выход на поверхность грунта посредством направленного вверх от зоны размыва фильтрационного потока. При градиенте фильтрационного потока J , его скорости U , меньше критической $J_{кр}$, и $U_{кр} = U_{разр}$ избыток воды выходил на поверхность

грунта без его размыва. При $J > J_{кр}$ и $U > U_{кр}$ происходило нарушение сплошности грунта [3] с образованием в его массиве грунта "канала" – грифона [4], по которому частицы грунта потоком воды выносились на донную поверхность. При установившемся процессе размыва грунта существовало динамическое постоянство характерных поперечных размеров грифона в каждом из его горизонтальных сечений. Это позволило предположить, что осредненные по сечению скорости потока пульпы при постоянном начальном расходе струи также являются постоянными величинами.

Рассмотрим процесс силового взаимодействия струи с размываемым массивом грунта с образованием замкнутой зоны размыва и фильтрационного потока. Применительно к затопленной струе теорему о количестве движения для секундной массы несжимаемой жидкости в сечениях 0-0 и 1-1 можно представить в следующем виде

$$\int_0^{m_0} U_0 dm_0 = \int_0^{m_1} U_1 dm_1 + I_1$$

где U – скорость струи в данном сечении; m – масса потока, проходящего через данное сечение; I_1 – потери импульса в сечении 1-1, характеризующие потерю кинетической энергии на отрыв частиц от массива, на вязкое трение при поперечных перемещениях масс в теле струи и при фильтрационном течении.

Имеем

$$\int_0^m U dm = \int_0^t \rho U Q dt = \int_0^t \rho U dF U dt = \rho F U^2 \int_0^t dt = \rho F U^2 t \quad (1)$$

Согласно закону неразрывности потока жидкости расходы воды в сечениях 0-0 и 1-1 равны между собой. Тогда площадь выхода фильтрационного потока на донную поверхность определяется формулой:

$$F = \frac{Q}{U_1} \cdot \frac{1}{p} = \frac{\pi R_0^2 U_0}{U_1} \cdot \frac{1}{p}, \quad (2)$$

где p – пористость грунта; R_0 – начальный радиус струи; U_0 – скорость струи в начальном сечении; U_1 – средняя по площади сечения 1-1 скорость фильтрационного потока.

Размыв грунта восходящим фильтрационным потоком не происходит, если сила гидродинамического давления, оказываемого на частицы грунта фильтрационным потоком не превышает веса частиц в воде. Скорость потока в сечении 1-1, удовлетворяющая этому условию, определяется как [4]:

$$U_1 \leq \frac{g(\rho_n - \rho_0)}{36\rho_0} \cdot \frac{d_{90}^2}{v_n}, \quad (3)$$

где ρ_n – плотность частиц грунта; d_{90} – диаметр частиц грунта, которых меньше по массе в грунте содержится 90 %, м.

С учетом выражения (2) запишем теорему об изменении количества движения в сечениях 0-0 и 1-1 за единицу времени в следующем виде:

(4)

Подставив (3) в (4) и проведя математические преобразования с сохранением

равенства размерностей в обеих частях уравнения получим:

$$\pi\rho_0 U_0^2 R^2 = \frac{\pi R_0^2 U_0}{\rho} \cdot \frac{g(\rho_n - \rho_0) d_{90}^2}{36\nu_n} + I_1 \quad (5)$$

Преобразуем зависимость (5), и запишем:

$$\pi\rho_0 U_0^2 R^2 = \frac{\pi R_0^2 g(\rho_n - \rho_0) d_{90}^2}{36} \cdot \text{Re} + I_1$$

$$\frac{U_0 d_{90}}{\nu_n} = \text{Re}$$

где $\frac{U_0 d_{90}}{\nu_n}$ – число Рейнольдса.

После соответствующих преобразований получим зависимость для определения потерь импульса на отрыв частиц грунта от массива, на вязкое трение при поперечных перемещениях масс в теле струи и при фильтрационном течении:

$$I_1 = \pi\rho_0 U_0^2 R^2 - \frac{\pi R_0^2 g(\rho_n - \rho_0) d_{90}^2}{36} \cdot \text{Re}$$

Таким образом, проведенные теоретические исследования показывают, что процесс распространения струи жидкости в несвязную однородную среду и образующийся при этом фильтрационный поток можно моделировать посредством критерия Рейнольдса.

Список литературы

1. **Кухарь В.Ю.** Гидродинамика процесса поддонного гидроразмыва несвязных полезных ископаемых//Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. –2002. - Вып. 15(56). – С.109 – 116.
2. **Бондаренко А.А., Кухарь В.Ю.** Критерии подобия в наклонной турбулентной струе. // Тез. докл. на Междунар. науч.-техн. конф. "Форум горняков-2003", Национальный горный университет. – Днепропетровск, 2003г.
3. Гидротехнические сооружения: Справочник проектировщика. Под ред. **В.П. Недриги** -М.:Стройиздат.-1983.-543с.
4. **Истомина В.С.** Фильтрационная устойчивость грунтов.-М.:Стройиздат.-1957.-295с.

*Поступила в редколлегию 27.04.2004
Рекомендована к публикации*

УДК 622.7

Е.Ю. Светкина, канд. хим. наук,
В.П. Франчук, д-р техн. наук

ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОУДАРНОЙ АКТИВАЦИИ УГЛЕЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ВОДОУГОЛЬНЫМ СУСПЕЗИЯМ

Розглянуто процес віброударного навантаження вугілля.

Ключові слова: вібронанвантаження, вугілля, водовугільна суспензія, механоактивація.

Рассмотрен процесс виброударного нагружения угля.

Ключевые слова: вибронангружение, уголь, водугольная суспензия, механоактивация.