

In article are considered by N.N.geoinformation the basic stages of creation of a hydrographic network on the basis of Geoinformation systems-technologies on an example of a transboundary reservoir of the river For-padnyj Bug. Problems and ways of their decision are stated. Use sphere on-luchennyh results is shown. Results of work on creation of geoinformation the system of a hydrographic network of a reservoir of the river the Western Bug are resulted. The characteristic of the created geoinformation system is given.

УДК 624.132.345

Дедок В.Н., Шведовский П.В.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ И ОСОБЕННОСТЕЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО КРУПНОМАСШТАБНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО НАМЫВА ГРУНТОВ НА ПОЙМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Введение. Полученные теоретически и на основании мелко-масштабных модельных лабораторных исследований [1] результаты намыва грунтов на пойменных территориях требуют проверки в полевых условиях на опытных участках.

Как показывает практика исследований, важнейший показатель, характеризующий плотность сложения намывных грунтов в массиве - плотность сухого грунта, значительно увеличивается с уменьшением масштаба модели [2].

Это происходит за счет несоответствия удельных расходов пульпы на модели и в натуре, характеризующего различное динамическое воздействие потока пульпы на структуру намываемых грунтов. При малых глубинах растекающегося потока пульпы скорость потока обуславливает дополнительную упаковку (трамбование) отдельных частиц между собой.

Исходя из этого, для проведения исследований процесса намыва грунтов в реальных, наиболее приближенных к натурным условиям исследования проводились на экспериментальной установке в масштабе 1:3.

Целью экспериментов являлась проверка запроектированных и технически обоснованных на моделях малых масштабов технологических способов намыва на пойменных территориях, обеспечивающих наибольшую плотность намывного основания и наименьшую неоднородность (в плане и по глубине).

Материалы и методика исследований. В качестве определяющих факторов приняты: технология производства работ, текстура намывного грунта, гидравлическая структура пульпы на откосе, гранулометрический состав и расчетные характеристики грунта, характер фракционирования грунтов, характер консолидации грунтов.

При моделировании соблюдены соответствия исходного грунта, концентрации гидросмеси, удельных расходов пульпы и технологических параметров. Как и на мелко-масштабных моделях [1], при проведении экспериментов моделировались три состава песков, с аналогичными режимами движения потока пульпы создаваемыми путем изменения удельного расхода пульпы и весовой консистенции в пределах - соответственно 3-16 л/см и 2-16 %.

Масштаб модели позволяет не учитывать влияние закона геометрического подобия на физико-механические свойства намывных грунтов. Удельные расходы пульпы модели и натуре равны, что характеризует соблюдение кинематического подобия. Динамическое подобие, характеризующее турбулентность потока и определяемое постоянством числа Струхала потоков одинакового геометрического сечения в условиях турбулентной автомодельности, показывает наличие подобия в структуре потока.

Исследования [1, 2, 3] подтверждают значительное влияние на плотность сухого грунта крупности, неоднородности состава и формы частиц грунта. Эти показатели предопределены карьерным грун-

том, и так как изменений их в процессе намыва не наблюдалось, то и влиянием их на изменение плотности сухого намывного грунта, при пересчете их в натуре, можно пренебречь.

В связи с этим в экспериментах изменялась только гидравлическая структура потока с изменением скоростей движения, глубин и местных уклонов.

Эти параметры определяли только такие особенности гидравлической структуры потока пульпы на откосе намыва, как неравномерность движения потока пульпы, бурное состояние и волновой режим, периодическую нестационарность, связанную с изменяющимся микрорельефом ложа потока.

В экспериментах наблюдались три режима движения потока, которые по-разному влияли на прочностные свойства намывных грунтов за счет характера фракционной раскладки раскладки грунта по фракциям по длине откоса.

Расчетные характеристики скоростных параметров потока определялись из следующих допущений:

- скорость в продольном направлении и пульсационная скорость в поперечном направлении потока являются случайными переменными с нормальным распределением;
- величина пульсации скорости в поперечном сечении потока пропорциональна величине продольной пульсации;
- вторичные течения, образующиеся в потоке, не характерны.

Для измерения скоростной структуры была разработана измерительная трехточечная система, включающая шаровые тензометрические датчики, тензометрический четырехканальный усилитель УТЧ-1 и самопишущий быстродействующий прибор П-327-3.

Анализ результатов исследований. В результате обработки методом Д.И. Кулина наиболее характерных осциллограмм определены количественные значения основных турбулентных характеристик потока по длине откоса: - проекции продольных и поперечных осредненных скоростей V_ϕ и V_z ; - проекции мгновенных минимальных и максимальных скоростей $V_{\phi\max}$, $V_{\phi\min}$, $V_{z\max}$, $V_{z\min}$; - средние квадратические отклонения пульсационных составляющих скорости V_ϕ и V_z ; - интенсивность турбулентности σ_ϕ / V_{cp} , σ_ϕ / V_ϕ , σ_z / V_ϕ ; - частота крупномасштабных пульсаций; - продольный масштаб турбулентности и числа Струхала S_h .

На рис. 1 приведены результаты измерения интенсивности потока пульпы в различные периоды намыва. Как видно из графиков, интенсивность турбулентности в процессе намыва меняется незначительно. Средняя частота пульсации продольной и поперечной составляющих скорости возрастают пропорционально увеличению скорости потока,

Дедок Владимир Николаевич, доцент кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

Шведовский Петр Владимирович, к.т.н., профессор кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

.Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

причем, ее минимальное значение характерно для придонной области, где происходит основное транспортирование частиц.

Анализ продольных размеров вихрей в потоке, характеризующих масштаб турбулентности и связанных с частотным спектром пульсаций по зависимости

$$I_s = \frac{V_\varphi}{\Omega}, \quad (1)$$

где Ω - частота пульсаций, а также критерия подобия пульсирующих величин (число Струхала), характеризующего отношение геометрического размера потока h к масштабу турбулентности I_s

$$S_h = \frac{h}{I_s} = \frac{h \cdot \Omega_\varphi}{V_h}, \quad (2)$$

где V_h - средняя скорость по вертикали, показывает, что постоянство числа S_h потоков одинакового геометрического сечения, но разных размеров, в условиях турбулентной автомодельности определяет наличие подобия в турбулентной структуре потока.

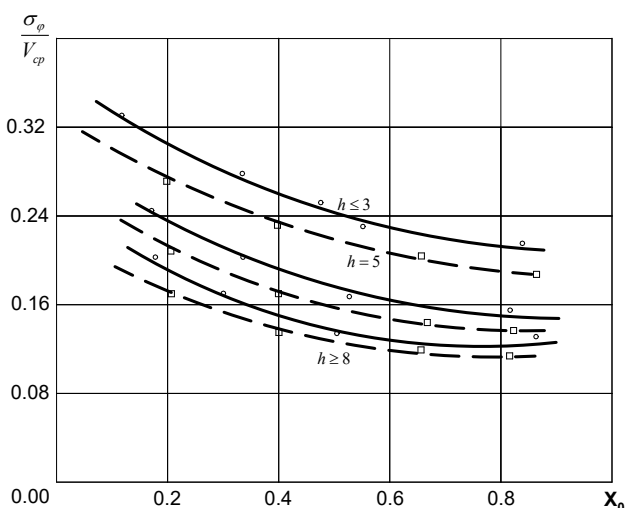
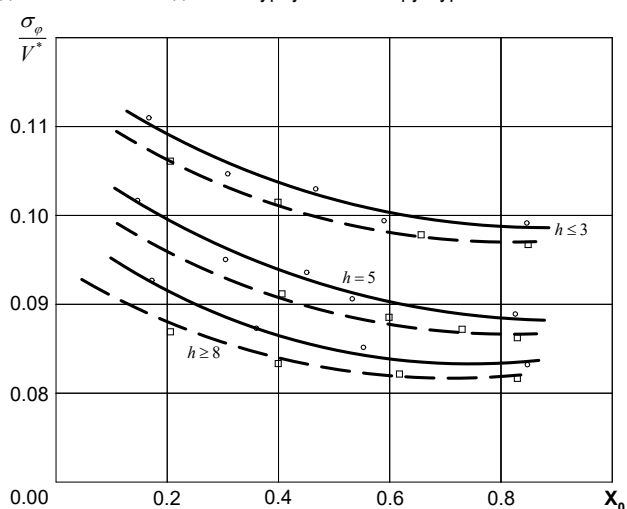


Рис. 1. Характеристики турбулентности потока на откосе — в начале намыва; — — — в конце намыва

Расчеты S_h для полевых и модельных условий показывают их идентичность в диапазоне $S_h = 0,5 - 0,8$.

Значимыми с точки зрения полной аналогии процессов намыва на мелкомасштабных и полунатурных моделях являются величины средней критической скорости потока на откосе $V_{кр}$ и формируемые уклоны откоса ρ_p^0 , определяемые из выражений,

$$V_{кр} = 0,2(\rho_d - 1)^{0,5} \cdot d^{0,38}, \quad (3)$$

$$\rho_p^0 = \frac{12,73 \cdot \sqrt{V} \cdot (1 + \sqrt{C_s})}{\sqrt{Q_w}} \cdot \frac{\rho_a - \rho_w}{\rho_w} \cdot \sqrt[3]{\frac{\rho_d}{\rho_d^{\min}}} \cdot \sqrt{2 \left(\frac{d_{84}}{d_{16}} \cdot d_{50} \right)}, \quad (4)$$

где Q_w - расход твердой составляющей пульпы, кг/с;

C_s - весовая консистенция пульпы, %;

ρ_a - плотность карьерного грунта, г/см³;

ρ_w - плотность воды, г/см³;

ρ_d, ρ_d^{\min} - соответственно плотности отложения в естественном и предельно рыхлом состоянии, г/см³;

d_i - диаметр фракций i -го содержания, в % по массе, мм.

Сопоставление экспериментальных значений уклонов, получаемых как на модели, так и в натуре с рассчитанными по зависимости (4), позволяют считать, что точность расчетов удовлетворительная.

Результаты обработки данных позволяют расчетное уравнение (при естественных условиях намыва) для определения коэффициента вариации распределения длины осаднения частиц на откосе представить в следующем виде,

$$\frac{\sigma_L}{E[L]} = \pm a \left(\frac{U_*}{\omega} \right)^b, \quad (5)$$

где a и b - экспериментальные коэффициенты;

U_* - динамическая скорость потока, см/с;

ω - случайная гидравлическая крупность наносов в пульпе, определяемая удельным весом частиц, ее объемом и формой, вязкостью воды, объемом твердых составляющих пульпы и степенью турбулентности потока,

$$\omega = d_\Delta \cdot a_0^n, \quad (6)$$

где d_Δ - диаметр наносов, меньше которого в смеси содержится 50 % частиц по весу, мм;

a_0 - постоянная, равная для исследуемых условий $a_0 = 24,2$;

n - эмпирический коэффициент, равный 0,2-2,25.

Тогда, функция распределения длин осаднения частиц будет иметь вид,

$$f_{l(x)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \beta_3 \cdot x} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln x - \alpha_3}{\beta_3} \right)^2 \right], \quad (7)$$

где α_3 и β_3 - параметры распределения, равные соответственно

$$\alpha_3 = \sqrt{1 + \left(\frac{\sigma_L}{E[L]} \right)^2}; \quad \beta_3 = \frac{\ln E[L]}{2} - \frac{(\beta_3)^2}{4}. \quad (8)$$

Знание этих характеристик позволяет проводить математическое моделирование движения, осаднения и фракционирования частиц по длине откоса намыва, а также прогнозировать плотность и прочность намывных грунтов оснований.

Заключение

1. Проведенные наблюдения подтверждают вывод о том, что основная масса частиц грунта в толще слоя движется волочением, а по поверхности намыва преобладает их перекатывание. При этом толщина слоя частиц и глубина потока зависят от содержания твердых составляющих пульпы и составляющих скоростей потока.
2. Влияние технологических параметров на плотность грунта весьма значительно: увеличение удельного расхода пульпы на откосе намыва приводит к увеличению плотности, что определяется влиянием интенсивности намыва на плотность укладки частиц

грунта; снижение удельных расходов пульпы значительно снижает плотность намывого грунта; увеличение длины откоса позволяет также увеличивать плотность грунта и характеризуется изменением турбулентной структуры потока при изменении уклонов откоса.

3. Полученные статистические характеристики процесса намыва грунтов позволяют вместо физического моделирования перейти к математическому.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дедок, В.Н. Особенности лабораторного моделирования процесса намыва грунтов в условиях Юго-Западного региона Республики Беларусь / В.Н. Дедок, П.В. Шведовский // Вестник БрГТУ. – 2007. – № 1: Строительство и архитектура. – С. 103–106.
2. Огурцов, А.И. Намыв земляных сооружений / А.И. Огурцов. – М.: Госстройиздат, 1963. – 366 с.
3. Мелентьев, В.А. Намывные гидротехнические сооружения: основы расчета и проектирования / В.А. Мелентьев, Н.И. Колпашиков, Б.А. Волнин. – М.: Энергия, 1973. – 248 с.

Материал поступил в редакцию 17.03.09

DEDOK V.N., SHVEDOVSKY P.V. The analysis of possibility and features matematiche-skogo large-scale modelling of processes of a hydraulic engineering alluvium a dog-chanyh ground in inundated territories

Features of creation large-scale, in scale 1:3, eksperimen-talnoj installations for research of process of an alluvium sandy грунтов in conditions maksimalno approached to the natural are considered. Results of experiments are resulted, received analiticheskie dependences, their analysis is carried out.

УДК 551.58:556.1(571.1)

Мезенцева О.В.

ОЦЕНКА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ В МИКРОПОНИЖЕНИЯХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Введение. Согласно исследованиям В.В. Берникова, А.В. Владимирова, Б.Б. Богословского и др., А.М. Комлева, А.Н. Антипова и др. [1], В.М. Калинина и др. [2], Б.П. Ткачева [3] известно, что в южной части Западной Сибири благодаря исключительной равнинности рельефа, наличию плоско-западного микрорельефа и засушливости климата в пределах водосборов крупных рек существуют обширные бессточные территории. Водные ресурсы атмосферных осадков здесь перераспределяются на поверхности микроводосборов в микропонижения и расходуются главным образом на испарение и частично на питание подземных вод, не образуя речного стока.

Из-за неровностей рельефа исключительно равнинной территории Западной Сибири с практически нулевыми уклонами в междуречьях Тобол Мелентьев, В.А., Колпашиков Н.И., Волнин Б.А. Ишим и Ишим Мелентьев, В.А., Колпашиков Н.И., Волнин Б.А. Иртыш, в правобережье Иртыша талые и дождевые воды перераспределяются рельефом, образуя заболоченные низины и осушенные гривы в пределах водосборов. Юг Западной Сибири испещрен блюдцеобразными микро- и мезопонижениями глубиной 20...30 см и площадью в несколько сотен и тысяч м². В связи с перераспределением атмосферных осадков на поверхности такого микрорельефа почвы понижений увлажняются существенно больше, чем их водосборные территории, что обуславливает формирование различий в почвообразовании, особенно по химическому составу. Частое весеннее переувлажнение пониженных участков является причиной вымокания растений и задержки полевых работ.

Эти бессточные, хотя и часто переувлажненные области междуречий осложняют структуру геосистем и влияют на их функционирование. Бессточность и наличие микропонижений юга Западной Сибири объясняется главным образом континентальностью климата территории и наличием значительной по глубине сезонной и островной вечной мерзлоты. Существование огромных бессточных территорий на юге Западной Сибири в междуречных пространствах таких крупных транзитных рек, как Тура, Тобол, Ишим, Иртыш (рис. 1), объясняется недостаточной глубиной вреза древних ложбин стока в пределах денудационных равнин, недостаточным дренированием подземных водоносных горизонтов в летний период даже при глубине вреза долин 50–60 м. Вследствие этого ландшафты междуречных равнин имеют специфическую структуру и функционирование, связанные с характером увлажнения, особенностями местного стока и дренированностью. В годы малой и средней водности бассейны с бессточными площадями

испытывают недостаток воды, а в многоводные годы значительно переувлажнены и частично затоплены. Количественная оценка влияния плоско-западного рельефа юга Западной Сибири на процессы перераспределения части атмосферных осадков по элементам микрорельефа и увлажнение деятельного слоя важна еще и потому, что аккумуляция воды в микропонижениях приводит к сокращению речного стока в этой части Западно-Сибирской равнины, способствуя образованию бессточных областей.

Основные понятия. Исследуя географические (климатические, геолого-геоморфологические, почвенно-растительные) условия юга Западной Сибири, Б.П. Ткачев [3] относит этот регион к пограничному бореальному рубежу (бореальному экотону) между северными гумидно-мерзлотными и аридными бессточными областями. За счет меридиональной дифференциации на юге Западно-Сибирской равнины происходит резкое изменение соотношения влаги и тепла, приводящее к чередованию вдоль 70–75° в.д. в полосе шириной всего в 300 км (от 57° с.ш. до 54° с.ш.) природных зон от южной тайги (с избыточным увлажнением), зоны смешанных лесов (с оптимальным увлажнением) до северной, центральной, южной лесостепи и степи (с недостаточным увлажнением) [3, 4]. Спецификой этого региона является одновременное наличие черт континентально-аридной бессточности и северной мерзлотности.

Существование бессточных областей юга Западной Сибири связывают с наличием мерзлотно-суффозионно-просадочных морфоскульптур, таликов, определяющих условия для формирования микропонижений и колочной лесостепи и препятствующих стоку. Наличие островной и таликовой мерзлоты, чередование мерзлых и немерзлых погребенных горизонтов встречается вплоть до широты 55...56° с.ш. (до линии Свердловск–Ишим–Новосибирск). В эпохи похолоданий плейстоцена южная граница вечной мерзлоты перемещалась к югу до 52...54° с.ш.

Сезонное промерзание грунтов на юге Западной Сибири имеет наибольшую глубину (2,0...2,2 м), что связано с малоснежностью и суровостью зимнего периода, нарастающими с запада на восток региона [6, 7]. Сезонные криогенные процессы в почвогрунтах способствуют формированию весеннего стока половодья, стекающего по мерзлому водоупору, в объеме 80...90% от годовой величины. Летний же период оказывается безводным, приводя к пересыханию водотоков.

Мезенцева Ольга Варфоломеевна, к.г.н., доцент, зав. кафедрой физической географии Омского государственного педагогического университета.

.Россия, ОмГПУ, 644099, г. Омск, Набережная Тухачевского, 14.