

МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ

БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
XX НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ В РАМКАХ ПРОБЛЕМЫ  
" НАУКА И МИР "

ЧАСТЬ 3

БРЕСТ 1992

Тезисы докладов  
XX научно-технической конференции в рамках  
проблемы " Наука и мир "

Часть 3

Ответственный за выпуск: П.В.Шведовский

Редактор: Т.В.Строкач

Подписано к печати ..12.08.92...

Печать офсетная /

Бумага писчая № I, формат 60x84/16.

Усл.печ.л. 2,4 .

Уч.изд.л. ..2,5....

Заказ № 600...

Тираж 25 экз.

Отпечатано на роталпринте

Брестского политехнического института, 224017, г.Брест, Московская, 267.

## КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ МАТЕРИАЛОВ ПАР ТРЕНИЯ

М.В.Голуб

На процесс трения материалов узлов трения машин и оборудования одновременно влияет множество факторов. Существенными из них являются: удельное нагружение контакта, скорость скольжения, свойства и давление смазочной среды. Эти факторы влияют одновременно, что требует их рассмотрения в комплексе.

В технической литературе известен комплекс Герси  $G = \frac{\mu V}{\rho_{уд}}$  [1]. Комплекс применим для оценки влияния гидродинамических факторов на коэффициент трения скольжения материалов. Недостатком комплекса является его размерность, отсюда теряется его ценность с точки зрения физической интерпретации.

Очевидным является то, что для контактной пары трения определяющим в режиме трения следует рассматривать силу сопротивления перемещению трущихся деталей, функциональную зависимость которой в общем виде можно записать как

$$N = \varphi(V, S, \rho, \mu, g, \rho_{уд}),$$

где  $V$  - скорость скольжения,  $S$  - площадь контактной поверхности пары трения;  $\rho$  - плотность смазки;  $\mu$  - коэффициент динамической вязкости смазки;  $g$  - ускорение силы тяжести;

$\rho_{уд}$  - удельное нагружение пары трения.

Воспользовавшись II-теоремой [2], эту зависимость запишем в виде

$$\frac{N}{V^{\alpha_1} S^{\beta_1} \rho^{\gamma_1}} = \varphi(\tilde{t}_1, \tilde{t}_2, \tilde{t}_3, \frac{\mu}{V^{\alpha_2} S^{\beta_2} \rho^{\gamma_2}}, \frac{g}{V^{\alpha_3} S^{\beta_3} \rho^{\gamma_3}}, \frac{\rho_{уд}}{V^{\alpha_4} S^{\beta_4} \rho^{\gamma_4}}), (1)$$

где

$$\tilde{t}_1 = \frac{N}{V^{\alpha_1} S^{\beta_1} \rho^{\gamma_1}}; \tilde{t}_2 = \frac{\mu}{V^{\alpha_2} S^{\beta_2} \rho^{\gamma_2}}; \tilde{t}_3 = \frac{g}{V^{\alpha_3} S^{\beta_3} \rho^{\gamma_3}}; \tilde{t}_4 = \frac{\rho_{уд}}{V^{\alpha_4} S^{\beta_4} \rho^{\gamma_4}}$$

Определив показатели степени из условия безразмерности комплексов, получим

$$\bar{S} = \frac{N}{V^2 S \rho}; \bar{S}_4 = \frac{\mu}{V \sqrt{S} \rho}; \bar{S}_5 = \frac{g \sqrt{S}}{V^2}; \bar{S}_6 = \frac{\rho_{\text{уд}}}{V^2 \rho} \quad (2)$$

Тогда выражение (1) можно записать как

$$\frac{N}{V^2 S \rho} = \varphi(Re Fr Eu) \quad (3)$$

или

$$\frac{N}{V^2 S \rho} = \frac{\mu g}{V \rho_{\text{уд}}}$$

Заменяя

$$\frac{N}{V^2 S \rho} = B \quad (4)$$

получим

$$B = \frac{\mu g}{V \rho_{\text{уд}}} \quad (5)$$

Критериальный параметр  $B$  носит энергетический смысл:

$$B = \frac{\text{удельная мощность вязкостного трения}}{\text{удельная подводенная мощность к узлу трения}}$$

Математическая аппроксимация опытных данных связи коэффициента трения  $f$  от гидродинамического критерия  $B$  привела к функциональной зависимости

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_0} + \frac{a}{B}$$

где  $f_0$  - коэффициент трения покоя,

$a$  - опытный коэффициент, зависящий от материала пар трения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Старосельский А.А., Гаркунов Д.И. Долговечность трущихся деталей машин. - М.: Машиностроение, 1967. - 304с.
2. Седов Д.И. Методы подобия и размерности в механике. Изд. 8-е переработ. - М.: Наука, 1977. - 400с.

## ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА МАЛЫХ РЕК БЕЛАРУСИ

Д. В. Стефаненко, А. А. Волчек, В. Е. Валуев

Разработка научно обоснованных компенсационных мероприятий по восстановлению стока, повышению полноводности и чистоты водных источников должна базироваться на ретроспективной оценке динамики естественного стока конкретного водотока и экстраполяции его значений на расчетную перспективу. Актуальными с точки зрения общего изучения гидрологического режима водных объектов являются исследования внутригодичного распределения стока при отсутствии данных наблюдений, прежде всего, малых рек. Используемые в настоящее время приемы инженерных расчетов основаны на методе гидрологической аналогии или районных схемах типового распределения месячного и сезонного стока для различных условий подстилающей поверхности, которые, сами по себе, могут существенно "перераспределить" во времени сток, обусловленный, прежде всего, климатическими факторами (степень озерности, заболоченности, заросленности бассейна, наличие карста). Устойчивые связи многолетних месячных величин минимальных, максимальных и средних расходов ( $Q, \text{м}^3/\text{с}$ ) с факторами подстилающей поверхности установлены для различных по площади ( $A$ ) водосборов ( $50 \dots 1000 \text{ км}^2$ ):  $Q = M A^\beta$ , в которых  $M$  - модуль стока ( $\text{м}^3/\text{с}$  с  $1 \text{ км}^2$ ) и  $\beta$  - коэффициент редукции водосборной площади, получаемые по предлагаемым графикам для трех типов расходов. Связи типа  $Q = f(M, A, \beta)$  проанализированы с использованием месячных величин стока по 72 створам малых рек Беларуси. Для среднемесячных расходов коэффициенты корреляции составляют - 0.90...0.98, для максимальных месячных расходов - 0.91...0.98, для минимальных месячных расходов - 0.72...0.90.

ЕСТЕСТВЕННАЯ УВЛАЖНЕННОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ  
ВОДОСБОРОВ БЕЛАРУСИ

А. А. Волчек, В. Е. Якуев, Ю. В. Стефаненко

Формирование антропогенного режима увлажнения корнеобитаемого слоя почвы в условиях гидромелиораций осуществляется при комплексном учете множества факторов, определяющих естественную увлажненность водосборных площадей. В основе разработки проектных и эксплуатационных режимов гидромелиораций лежит выявление и ликвидация гидромелиоративными приемами диспропорций между фактическими почвенными влагозапасами и оптимальным водопотреблением растительного покрова. Необходимо иметь в виду, что накопление опытных данных, напрямую характеризующих естественную увлажненность сельскохозяйственных земель в ее динамике и развитии, связано с большими материальными затратами. Поэтому нельзя отказываться от тепловодбалансового подхода, дающего возможность рассмотрения балансов поверхностных и почвенно-грунтовых вод в их единстве с процессом формирования теплоэнергетических ресурсов климата, и косвенного получения характеристик водного режима почв. В ряде случаев даже целесообразнее использовать рассчитанные значения почвенных влагозапасов. Пространственная коррелированность влажности почвы на водосборах изучена слабее, чем других элементов водного баланса. Нами выполнено исследование статистической структуры полей баланса естественной увлажненности поверхностных водосборов Беларуси. Здесь зависимости пространственной коррелированности составляющих полей среднемесячных балансов естественного увлажнения достаточно хорошо аппроксимируются экспоненциально-степенной

зависимости. Четко обнаруживается сезонная изменчивость связности полей балансовых элементов. Наибольшая коррелированность влажностей почвы отмечается в апреле, июне и сентябре, минимальная - в мае. В начале вегетационного периода (апрель) повсеместно поле влажности почвы однородно, влагообеспечивает уровень, обеспечивающий оптимальный водо-воздушный режим. К маю весенние влагообеспечивания в почве в ходе теплообеспечения истощаются, а увлажненность в целом определяется выпадением атмосферными осадками, которые по своей природе неоднородны. Май - переходный период, в это время наблюдается некий дефицит, так и избыток почвенных влагообеспечиваний. В июне завершается накопление весенних влагообеспечиваний и по всей сельскохозяйственной территории устойчиво формируется дефицит водного баланса морфеобитаемого слоя почвы. В период осенних дождей (сентябрь), практически повсеместно наблюдается избыток почвенных влагообеспечиваний. Анализ пространственных корреляционных функций балансовых элементов позволяет выделить ряд их полей, четко выраженных ориентаций. Существенное влияние земного типа циркуляции осуществляется не только на пространственную деятельность над территорией Беларуси, но и устойчиво формирует поле характерной влажности почвы ориентации запад-восток. Для описания связи между значимыми полями того или иного почвенного экстенсивной увлажненности в различных точках водосборной площади наиболее пригодна такая характеристика, как связностно-структурная, или корреляционная функция. При этом, наиболее информативными оказываются данные о влажности почвы не по отдельным станциям, а среденные по площади. Степень определения зависят заборосами производства и структурной поля влажности почвы.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЧВЕННЫХ ВЛАГОЗАПАСОВ НА РЕАЛЬНОМ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПОЛЕ

В. Е. Валуев, А. А. Волчек, Н. Т. Брчанко

Управление процессами осушения и искусственного увлаж-  
нения мелкорифуемых земель в режиме, обеспечивающем максималь-  
ную урожайность сельскохозяйственных культур, базируется на  
оперативном учете изменчивости естественного водного режима  
почв. Проведенные нами исследования показывают, что распреде-  
ление вероятностей величин влажности почв подчиняется нормаль-  
ному закону (коэффициент асимметрии  $-C_3=0$ ). Значения влажности  
почвы любой обеспеченности ( $W_1^{р\%}$ ) за расчетный период (1) оцени-  
ваются по общей схеме:

$$W_1^{р\%} = W_1 \text{ ср.} ( C_{V(1)}^{t\omega} \Phi_{р\%} + 1 ),$$

где  $W_1 \text{ ср.}$  - среднее многолетнее значение влажности почвы за  
1-ую декаду;  $C_{V(1)}^{t\omega}$  - коэффициент пространственно-временной  
изменчивости влажности расчетного слоя за этот же интервал време-  
ни;  $\Phi_{р\%}$  - нормированное отклонение ординаты кривой рассматрива-  
емой обеспеченности от ее среднего многолетнего значения при  
фактическом  $C_{V(1)}^{t\omega}$  и  $C_3=0$ .

Проблема состоит в том, что имеющихся опытных данных по  
влажности почв, в ряде случаев, недостаточно для комплексной  
оценки ее динамики на конкретном сельскохозяйственном поле.  
Вообще, накопление опытных данных - процесс длительный, трудо-  
емкий и материалоемкий. Наиболее эффективно - использование  
при характеристике водного режима почв опытных и расчетных  
данных в их сочетании. В рамках такого подхода, нами исследо-  
ванна временная изменчивость влагозапасов минеральных почв за  
короткие расчетные интервалы времени (декады) в реальные годы.  
Коэффициент временной вариации влажности почвы ( $C_{V(1)}^t$ ) достаточ-  
но точно характеризуется зависимостью:

$$C_{V(1)}^{\pm} = (\bar{W}_{н.в.} / W_{1\text{ ср.}} - \bar{W}_{н.в.} / \bar{W}_{п.в.}) \lambda,$$

где  $\bar{W}_{н.в.}$  - наименьшая влагоёмкость;  $\bar{W}_{п.в.}$  - полная влагоёмкость;  $W_{1\text{ ср.}}$  - средняя многолетняя влажность расчетного слоя почвы;  $\lambda$  - эмпирический коэффициент, зависящий от влагоёмкости почвы. При этом, величина  $\lambda$  определяется как:  $\lambda = n \bar{W}_{н.в.} + m$ , где  $n, m$  - эмпирические коэффициенты, зависящие от мощности расчетного почвенного слоя ( для 50-сантиметрового слоя, соответственно: 0.0021; 0.11). Теснота связи  $C_{V(1)}^{\pm}$  и факторов, его определяющих, достаточно высокая  $r = ((0.970 \dots 0.975) \pm 0.001)$ .

Не менее важным является учет пространственной изменчивости влажности почвы, особенно, в зонах неустойчивого и избыточного естественного увлажнения. Ясно, что динамика влагонакопления в границах сельскохозяйственного поля, при прочих равных условиях, будет определяться, с одной стороны, водно-физическими свойствами конкретных почвенных разностей, с другой - тепловолагообеспеченностью климата. При недостаточной естественной увлажненности количество аккумулируемой в расчетном слое влаги определяется, преимущественно, сосущей силой почвы, при избыточной увлажненности - пористостью почвогрунтов. Априори можно утверждать, что аналогичной схеме отвечает изменчивость почвенных влагозапасов, которая, в одном случае, соответствует вариации сосущей силы почвы, в другом - вариации пористости. Таким образом, общий вид зависимости коэффициента пространственной вариации влажности почвы ( $C_{V(1)}^{\pm}$ ) от соответствующих средних для поля значений и констант будет следующий:

$$C_{V(1)}^{\pm} = C_V^{п.в.} \left\{ \frac{W_{1\text{ ср.}} - \bar{W}_{м.г.}}{\bar{W}_{п.в.} - \bar{W}_{м.г.}} \right\}^{\alpha} + C_V^{м.г.} \left\{ \frac{\bar{W}_{п.в.} - W_{1\text{ ср.}}}{\bar{W}_{п.в.} - \bar{W}_{м.г.}} \right\}^{\beta},$$

где  $C_{V(1)}^{\pm}$ ,  $C_V^{п.в.}$ ,  $C_V^{м.г.}$  - коэффициенты пространственной вариации физической влажности почвы ( $W_1$ ) в текущий момент

времени, а также влажностью на уровне, соответственно, полной влагоемкости ( $\bar{W}_{п.в.}$ ) и максимальной гигроскопии ( $\bar{W}_{м.г.}$ );  $\alpha$  и  $\beta$  - эмпирические коэффициенты, определяемые для конкретного поля итерационными методами. Для нахождения точки на сельскохозяйственном поле, где влажность равна среднему значению ( $W_{1\text{ ср.}}$ ), необходимо построить карты гидроизоплет основных почвенно-гидрологических констант и смоделировать статистические структуры полей почвенной влажности для различных по естественному увлажнению лет. В ходе совместного анализа карт гидроизоплет могут устанавливаться характерные (реперные) точки в границах сельскохозяйственного поля. Они группируются, как правило, вдоль гидроизоплеты, близкой к среднезвешенному значению наименьшей влагоемкости всех почвенных разностей ( $\bar{W}_{н.в.}$ ).

Исходя из дифференциальной оценки временной ( $C_{V(1)}^t$ ) и пространственной ( $C_{V(1)}^w$ ) составляющих коэффициентов вариации влажности почвы, можно предположить, что их результирующая ( $C_{V(1)}^{tw}$ ) для данного сельскохозяйственного поля укладывается в пределы:

Об  $C_{V(1)}^{tw} \leq C_{V(1)}^t + C_{V(1)}^w$ , где  $C_{V(1)}^t$  - векторное выражение коэффициента временной вариации;  $C_{V(1)}^w$  - то же коэффициента пространственной вариации влажности расчетного слоя почвы. Для практических оценок  $C_{V(1)}^{tw}$  рекомендуется использовать одну из следующих зависимостей:

$$C_{V(1)}^{tw} = ((C_{V(1)}^t)^2 + (C_{V(1)}^w)^2)^{0.5};$$

$$C_{V(1)}^{tw} = \left( \frac{\bar{W}_{н.в.}}{W_{1\text{ ср.}}} \cdot \frac{\bar{W}_{н.в.}}{\bar{W}_{п.в.}} \right)^2 \lambda^2 +$$

$$+ \left[ C_{V(1)}^{п.в.} \cdot \left( \frac{W_{1\text{ ср.}} - \bar{W}_{м.г.}}{\bar{W}_{п.в.} - \bar{W}_{м.г.}} \right)^\alpha + C_{V(1)}^{м.г.} \cdot \left( \frac{\bar{W}_{п.в.} - W_{1\text{ ср.}}}{\bar{W}_{п.в.} - \bar{W}_{м.г.}} \right)^\beta \right]^{2 \cdot 0.5}.$$

Используя нормальный закон распределения вероятностей ( $C_S=0$ ) и предложенные интегральные зависимости ( $C_{V(1)}^{tw}$ ), можно детально описать пространственно-временную структуру полей влажности почв с точностью, отвечающей запросам практики.

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ И ЕГО УПРАВЛЯЕМОСТЬ

М.Ф. Мороз, Н.Н. Водчиц

Водный режим почв является одним из основных факторов развития растений и оказывает первостепенное влияние на условия формирования воздушного, теплового, микробиологического и пищевого режимов. В связи с этим, необходимо иметь четкое представление об условиях его формирования и возможностях управления в соответствии с биологическими требованиями сельскохозяйственных культур. В оценке управляемости водного режима, руководствуются основными положениями теории управления и автоматического регулирования /1,2/.

Водный режим почв, как управляемая система, характеризуется подвижными границами как в пространстве, так и в вертикальной плоскости. Возникает "порочный круг", так как определить границы системы можно только зная, какие элементы в нее входят, а множество этих элементов в свою очередь определяется границами системы. Указанные особенности следует учитывать при построении математической модели и разработке структурной схемы управления водным режимом. Комплекс факторов, действующих на водный режим как управляемую систему подразделяется на управляющие (УГВ, влагозапасы, конструкция мелиоративной системы), т.е. факторы с помощью которых возможно целенаправленное изменение водного режима и факторы характеризующиеся случайной природой возникновения в рассматриваемом интервале управления (осадки, испарение, приток солнечной энергии и т.п.).

Степень воздействия каждого фактора на процесс формирования водного режима, весьма неравнозначна. Одни и те же факторы в зависимости от объединяющей их в единую систему закономерности, могут по-разному влиять на управляемую систему /1/.

Основным показателем водного режима почвы, по которому оценивается характер управляющего воздействия, является влажность корне-

обитаемого слоя. Однако, осуществление управления водным режимом непосредственно по влажности, сопряжено с трудностями информационного обеспечения управляемой системы, отсутствием в настоящее время простых по конструкции и надежных в эксплуатации датчиков влажности. Поэтому, в системе автоматического управления водным режимом следует выделить доминирующие факторы, обладающие высокой информативностью в водном режиме и обеспечивающие нахождение наилучших управляющих воздействий в условиях экономного расходования воды и максимального сохранения плодородия почвы.

Таким фактором является УГВ. Это объясняется во-первых тем, что капиллярное подпитывание оказывает значительное влияние на водобалансовое равновесие корнеобитаемого слоя, во-вторых, наличием ряда методов, позволяющих по гидрофизическим характеристикам и климатическим факторам качественно и количественно оценить характер управляющего воздействия.

Однако, исследования, проведенные нашими и зарубежными авторами показывают, что не на всех мелиоративных системах можно осуществить оптимальное регулирование водного режима. Причины: нарушение капиллярной связи верхних слоев с грунтовыми водами из-за низкой влагопроводимости подстилающих слоев; выраженная рельефность; значительная пестрота почвенного покрова; отсутствие гарантированного водоисточника и ресурса управления из-за несовершенства регулирующей сети. Для устранения указанных причин, разработан комплекс дополнительных мероприятий: целенаправленные культуртехнические работы; ускорение поверхностного стока; проведение планировочных работ и т.п..

Важным вопросом в исследовании условий управляемости режима является количественная и качественная оценка реакции управляемой системы, способности ее "откликнуться" на управляющее воздействие не вообще, а к определенному сроку. В технических системах время

реакции системы, т.е. интервал времени от момента выдачи управляющего воздействия до перехода системы в новое состояние, обычно детерминирован или имеет небольшой разброс. Для мелиоративных объектов, как показали исследования, характерна инерционность, значительная продолжительность переходных процессов (9-14 сут.) и наличие динамического звена запаздывания в системе автоматического регулирования. Динамические характеристики зависят не только от физических свойств среды формирования УГВ, но и конструктивных особенностей мелиоративного объекта - расстояний между увлажнителями, каналами, подпорными сооружениями и т.п. Следовательно, элемент управляемости водного режима закладывается в процессе проектирования мелиоративных систем. / 3 /.

Таким образом, экстраполяция основных методов теории управления и автоматического регулирования на водном режиме как объекте управления, подтверждает возможность практической реализации принципов оптимального управления. Эффективность его, во многом зависит от конструктивного совершенства мелиоративных систем, уровня их технической оснащенности, принятой структуры управления и организации эксплуатационного обслуживания.

#### Литература:

1. Бусленко Н.Л. Моделирование сложных систем.-М.: Наука, 1968.-355с.
2. Коваленко П.И. Принципы проектирования и методы расчета межхозяйственной автоматизированной сети равнинной территории (на примере Украинской ССР). Автореф. дисс. на соиск.учен.степ. доктора техн. наук.- М., 1975.- 37с.
3. Сельченко В.П., Мордухович Б.Ш. Расчет алгоритмов управления УГВ и параметров осушительно-увлажнительных систем с учетом переходных процессов в мелиоративной сети // Мелиорация переувлажненных земель, Т.28.- Мн.: Ураджа1, 1986.- С.229-240.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ПОЛЕСЬЯ

К. Н. Водниц, М. Ф. Мороз, А. С. Прибылена

Сельскохозяйственные угодья Белорусского Полесья отличаются сложностью природных условий. Здесь характерны преобладание торфяных и песчаных почв, равнинный рельеф местности, способствующий длительному затоплению угодий весенними, а нередко и летне-осенними паводковыми водами, что наносит сельскому хозяйству значительный ущерб и без мелиоративных мероприятий эти земли использовать невозможно. В настоящее время в Белорусском Полесье мелиорировано около 1,5 млн. га. заболоченных и переувлажненных земель, что позволило увеличить производительность мелиорированного гектара на 20-25 ц. кормовых единиц. В последние годы при проведении мелиоративных работ большое внимание уделялось созданию экологически надежных осушительно-увлажнительных и водооборотных систем. В то же время, при мелиоративном строительстве допускались ошибки и просчеты, особенно на начальном этапе освоения Полесской низменности. Строительство мелиоративных систем проводилось без учета природных условий и требований охраны окружающей среды, что объясняется не только недостаточными материально-техническими ресурсами, но и пренебрежением экологическим обоснованием мелиоративных систем. Следствием этого явилось исчезновение малых рек или превращение их в каналы, ухудшение гидрологического режима на прилегающих к осушенным массивам территориях, ускорение минерализации торфяников при возделывании на них пропашных культур, развитие ветровой эрозии в связи с уничтожением лесных массивов, по-

падающих в зону мелиорации и переосушкой верхних слоев почвы. Отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур и отставание в строительстве водоемов для увлажнения земель в засушливые периоды года. В тоже время, построенные водохранилища и пруды, в условиях плоского рельефа, вызывают подтопление прилегающих территорий, в других случаях, наблюдается исчезновение естественных озер. Нельзя забывать такие отрицательные последствия современной эксплуатации мелиорированных земель, как загрязнение водных источников и грунтовых вод компонентами минеральных удобрений, ядохимикатов и стоками животноводческих комплексов. До настоящего времени некоторые хозяйства используют на мелиорированных землях с открытой осушительной сетью авиацию для внесения средств химизации, что ведет к интенсивному загрязнению поверхностных вод, уничтожению посаженных лесополос, а также находящихся на данной территории диких животных. Поэтому все мероприятия по строительству и эксплуатации мелиоративных систем, сельскохозяйственному их использованию должны обеспечивать экологически безопасное природопользование в пределах региона, водосборов, отдельных хозяйств и мелиоративных объектов. Необходимо более четко учитывать при проектировании мелиоративных объектов, изменения в окружающей среде в результате последующей хозяйственной деятельности, не нарушать естественных экологических комплексов, заказников, леса, кочковенников и др. для чего на каждом мелиорируемом водосборе следует создавать единую взаимосвязанную систему природоохранных мероприятий. При эксплуатации мелиоративных систем, необходимо проводить их разукрупнение путем посадки новых разделительных лесных полос и внедрения природоохранных севооборотов.

## К РАСЧЕТУ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПОЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ

А.А. Омелько

В условиях осушительно-увлажнительных систем водный режим почв задается глубиной стояния уровня грунтовых вод (УГВ), изменяющейся во времени и пространстве. Диапазон оптимальных колебаний УГВ ( $H_{min}$ - $H_{max}$ ) устанавливается по культурам в зависимости от метеословесия и вида почвогрунтов. Оптимальное положение УГВ для поля регулирования определяется решением зависимости:

$$G_k = \max \left[ \int_0^s \left( M_{1j} \int_0^{s_{1j}} m (n(s_{1j})) ds_{1j} \right) ds \right],$$

где  $m \leq 1$  - показатель уровня оптимальности водного режима, определяемый в зависимости от положения УГВ;  $s$  - площадь поля регулирования;  $s_{1j}$  - площадь, занятая  $i$ -ой культурой при  $j$ -ой почвенной разности;  $M_{1j} = Y_{1j}/Y_{11}$  - относительная продуктивность  $i$ -ой культуры при  $j$ -ой почвенной разности;  $Y_{1j}$  - продуктивность  $i$ -ой культуры при  $j$ -ой почвенной разности при  $m = 1$ ;  $Y_{11}$  - продуктивность наиболее урожайной культуры ( $i = 1$ ) в условиях наибольшей балльности почвенной разности ( $j = 1$ ) при  $m = 1$ .

Оценка состояния водного режима на поле регулирования выполняется в следующем порядке. Для культур на всех типах почв рассчитывается значение  $H_{min}$  и  $H_{max}$ . На плановой основе поля находится площадь  $S_{1j}$  под каждой культурой с учетом почвенных разностей. Всем площадям по заданному положению (отметке) УГВ присваивается значение показателя уровня оптимальности водного режима ( $m$ ). Далее определяется относительная продуктивность  $M_{1j}$  и суммарный показатель оптимальности  $G_k$  с последующим установлением отметки УГВ.

оптимальной для всего поля в расчетный период.

По изложенной методике отыскивается "наиболее безопасная траектория" изменения УГВ на поле регулирования в течение вегетационного периода. Она представляет собой режим изменения УГВ, при реализации которого получается минимальный ущерб от возможных экстремальных воздействий погоды. Одной из исходных предпосылок нахождения указанной траектории принимается положение, что в условиях неустойчивого увлажнения территории существует на ближайший прогнозируемый период одинаковая вероятность появления двух критических состояний погоды - засухи или затяжных дождей. Такой подход позволяет определить на прогнозируемый период, с учетом особенностей предшествующего, оптимальные диапазоны УГВ для сухой и дождливой погоды. Область пересечения этих диапазонов определяет наиболее безопасную зону изменения УГВ на поле регулирования. Медианная линия этой области представляет "наиболее безопасную траекторию" УГВ.

Следовательно, при известных рельефных, почвенно-геологических условиях поля регулирования и составе на нем культур, возможно осуществить управление УГВ по заранее разработанной программе на весь период их вегетации. Преимуществом такого подхода является простота и физическая ясность алгоритмов управления водным режимом почв и адекватные им технологии и технические решения.

Стратегия управления водным режимом основана на методе непрерывного впитывания при непрерывной подаче воды или ее отведении с целью обеспечения оптимального водно-воздушного режима почв поля регулирования. При этом, рационально используются аккумулярирующая способность почвы и атмосферные осадки, учитываются особенности водопотребления реальных культур.

УСТРОЙСТВО ПО ДИСПЕРГИРОВАНИЮ ЖИДКИХ  
СРЕД С КОНИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ РОТОРА

И.Ф.Шаповал, В.И.Чижов

Ступенчатый генератор кавитации, разработанный ранее и изготовленный при испытаниях, показал высокую эффективность по диспергированию жидких сред. Однако, ввиду создания незначительного напора было необходимо дополнительно устанавливать насос, обеспечивающий напор перекачивания диспергированной жидкой среды. Исследования показали, что одним из способов получения напора является конструкция диспергатора с конической формой ротора. Путем предварительных расчетов и проработок эскизных компоновок различных вариантов возможной конструкции устройства по диспергированию жидких сред выявлено устройство, которое может работать, создавая необходимый напор и подачу.

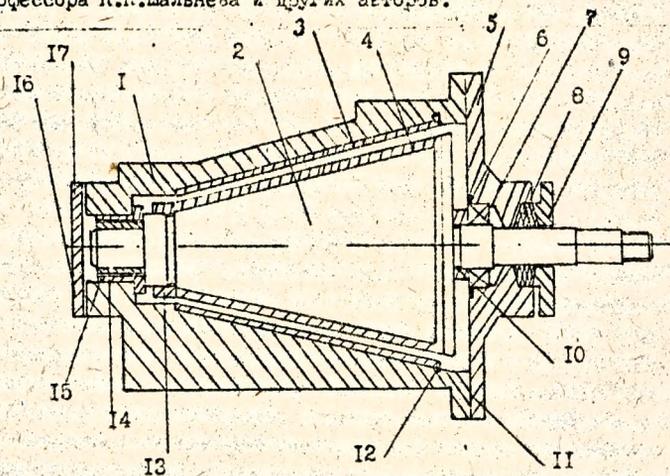
Была разработана конструкция диспергатора с конической формой ротора, работающего автономно без насоса и обеспечивающего в то же время необходимые параметры по созданию мелкодисперсных и устойчивых сред. Диспергатор имеет напор до 15 м.вод.столба и подачу до 10 м<sup>3</sup>/ч.

На рисунке представлен разрез устройства по диспергированию жидких сред. Исходные жидкости подаются через входные патрубки в распределительный коллектор приемной камеры. Статор 1 и ротор 2 диспергатора имеют коническую форму. Диаметр целевого зазора между ними непрерывно увеличивается от входа до выходного сечения, что обеспечивает при вращении ротора создание напора за счет работы центробежной силы.

На внутреннюю поверхность статора и ротора установлены втулки 3 и 4 соответственно. Втулка статора удерживается от горизонтального перемещения стопорным кольцом 12, а втулка ротора 4 гайкой 13. Ротор опирается на подшипник 7 и втулки 14 и 15.

Для регулирования зазоров между ротором и статором имеются упорные кольца 10. Подшипник устанавливается в крышку 5 и крепится кольцом 6. Уплотнение между валом ротора и крышкой 5 осуществляется с помощью сальника 8. Степень поджатия сальника регулируется прижимной крышкой 9. Внутренняя полость диспергатора закрывается глухой крышкой 17. Крышки 5 и 17 уплотняются прокладками II и I6.

Втулки статора 3 и ротора 4 имеют выступы специальной формы. При вращении ротора выступы создают (генерируют) кавитацию, благодаря которой получается высокодиспергированная жидкая среда, устойчивая от разрушения. Форма выступов, их размеры, количество разрабатывались, используя данные при обтекании различных моделей в рабочих камерах кавитационных стендов собственных исследований, исследований профессора К.К.Шальнева и других авторов.



Общий вид устройства:

- I-корпус (статор); 2-ротор; 3-втулка; 4-втулка ротора; 5-крышка;  
6-стопорное кольцо; 7-подшипник; 8-сальниковое уплотнение; 9-прижимная крышка; 10-упорное кольцо; II-прокладка; 12-стопорное кольцо;  
13-гайка; 14-втулка; 15-втулка; I6-прокладка; 17-глухая крышка.

## СПОСОБ ГИДРОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

В. Е. Валуев, А. А. Волчек

Гидролого-климатическое обоснование систем утилизации сточных вод в зоне неустойчивого естественного увлажнения территории Беларуси - неотъемлемая составляющая процесса создания и эксплуатации сельскохозяйственных полей орошения (З. П. О.). При этом, необходимо комплексное исследование почвенного покрова, геологических, гидрологических, гидрогеологических, метеорологических и ковариантно-экологических условий, как в гидролого-климатической зоне, так и на объекте З. П. О. Все эти сведения и экспериментальные материалы кладутся в основу при практических тепловоднобалансовых оценках естественной увлажненности используемого под З. П. О. участка суши. Очень важно, чтобы способ оценки гидролого-климатических условий мелиорируемых земель и водосборов позволял, наряду с привлечением массовых гидрометеорологических материалов, использовать данные реальных полевых почвенно-мелиоративных исследований и на их основе в динамике отслеживать естественную увлажненность территории, в целом, и истинный водный режим почв З. П. О., в частности. Нами, задача решается в контексте формирования в условиях гидромелиораций оптимального водно-воздушного режима под конкретными сельскохозяйственными культурами на реальных З. П. О. Оптимизация теплообеспеченности корнеобитаемого слоя почв осуществляется в тесной увязке с рациональным природопользованием, обеспечивающим экономное расходование водных ресурсов на цели орошения и дополнительного увлажнения, поддержание УГВ на оптимальной глубине при осушении, безусловное соблюдение агрономических, ветеринарных и санитарно-гигиенических требований в зоне З. П. О., согласование режимов гидромелиораций и режимов водоисточников - водоприемников. В границах З. П. О. необходимо привести в полное (насколько возможно, доступно или целесообразно) соответствие ход кривых почвенных влагобалансов в реальный по увлажненности год ( $W_1$ ) и водопотребления выращиваемых на З. П. О. сельскохозяйственных культур ( $W_{oi}$ ) (рис.). Все

диспропорции (+м прх) ликвидируются гидромелиоративными приемами (на рис. это сделано с помощью орошения). Рациональные ходы антропогенных почвенных влагозапасов (кривая W р. г. м. 1, рис.) - не столько научно-техническая, сколько эколого-мелиоративная проблема. Здесь неизбежны варианты оценки "ущербов" и "приобретений" при решении задачи водоотведения на З. П. О. Только при надлежащем эколого-экономико-мелиоративном обосновании принимаемый режим гидромелиораций можно характеризовать как "рациональный". Объективно существующее постоянное снижение во времени оросительных норм чистой водой (М рх) при стабильных годовых нормах орошения стоками и не меняющихся площадях З. П. О. может привести к избыточному поступлению того или иного элемента (N, P, K) в почву, снижению урожайности культур, ухудшению качества продукции, миграции биогенных веществ в подземные воды и, соответственно, подъему их уровней. Так, в остро-засушливый год (P=90%) оросительная норма в пригородной зоне Высокого для многолетних трав составляет 1350 куб. м/га, в засушливый год (P=75%) она снижается до 750 куб. м/га (рис.), а во влажные годы, практически, не требуется искусственное увлажнение сельскохозяйственных земель и З. П. О. не могут выполнять функцию, связанную с водоотведением. Исходя из соотношения оросительных норм (чистой водой и стоками - 1:3... 1:10), устанавливается динамика расчетных площадей для утилизации стоков, обеспечивающая рациональное использование питательных элементов без загрязнения поверхностных и грунтовых вод, а также деятельного слоя почв. Кроме того, решается задача оптимизации емкостей прудов-накопителей, биологических прудов, площадей резервных территорий и буферных площадок, устройства специальных сооружений для активной очистки сточных вод, в основном, во вневегетационный период. Именно в ходе гидролого-климатического обоснования решается вопрос о том, какой из трех типов З. П. О. в конкретных условиях будет создаваться: с круглогодичным приемом сточных вод и круглогодичным орошением; с круглогодичным приемом сточных вод в регулирующие емкости и орошением сельскохозяйственных культур только в вегетационный период; с приемом сточных вод и орошением только в вегетационный период. Степень трансформации эксплуатационного режима орошения во времени устанавливается в процессе его оперативного моделирования в зависимости от складывающихся условий.

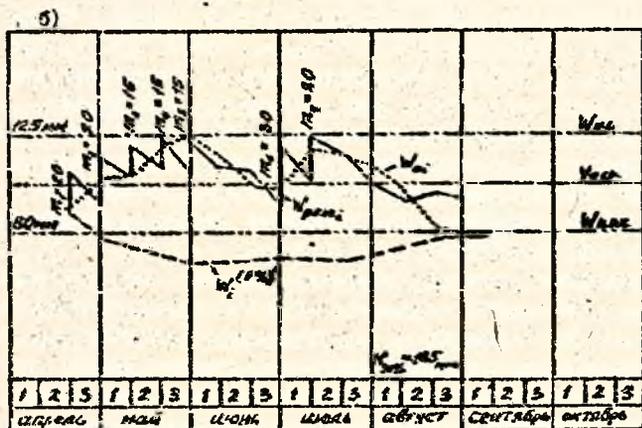
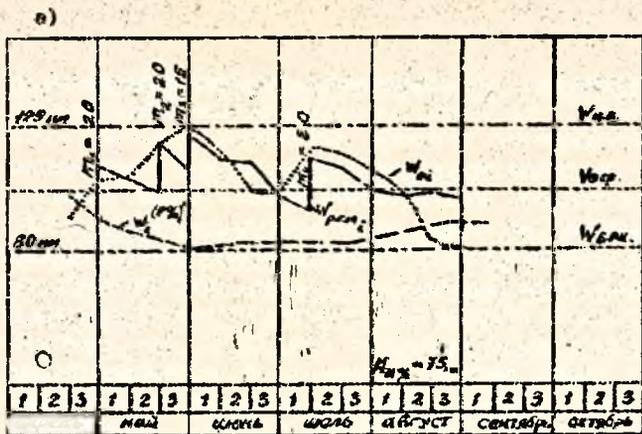


Рис. Динамика реальных почвенных влагозапасов ( $W_{ri}$ ), водопотребление ( $W_{oi}$ ) и рациональный режим орошения чистой водой многолетних трав ( $W_{р.г.м. i}$ ) по пункту Бьюское в годы:

- а) засушливый ( $M_{75\%}$ ).
- б) острозасушливый ( $M_{90\%}$ ).

## РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ГОДОВОГО СТОКА В БАССЕЙНЕ ЗАПАДНОГО БУГА ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

В.Б. Валуев, А.А. Волчек

Территория Белоруссии относится к средней по водообеспеченности зоне страны, но неравномерное пространственно-временное распределение стока уже в настоящее время создает трудности в обеспечении водой ряда отраслей народного хозяйства. Наиболее неблагоприятным по условиям восполнения запасов подземных вод является бассейн Западного Буга. Здесь, в перспективе, ожидаются значительные дефициты стока. В связи со слабой гидрогеологической изученностью данной территории, остро стоит проблема корректной оценки величин годового стока при разработке водоохранных мероприятий. На практике, при отсутствии данных гидрометрических наблюдений, величина среднего многолетнего (норма) стока ( $Y$ , мм) и коэффициент вариации ( $C_v$ ) определяются по соответствующим картам изолиний интерполяцией между их значениями, полученными по рекам-аналогам, имеющим достаточные или приведенные к многолетнему периоду ряды наблюдений. Но при неравномерном ходе по площади изолиний, норму стока необходимо определять не простой линейной интерполяцией, а как средневзвешенное значение.

По результатам анализа измеренных расходов воды рек Белоруссии, нами установлена аппроксимирующая функция трехмерной интерполяции, которая используется при оценке годовой нормы слоя стока:

$$Y = 0,2973X - 0,024L + 0,2405H + 133,76 \text{ (мм)}, \quad (1)$$

где  $Y$  - норма годового слоя стока, мм;

$X, L$  - условные прямоугольные координаты (широта, долгота)

расчетного пункта, принимаемые для бассейна Западного

Буга относительно пункта Минск, км;

$H$  - абсолютная отметка расчетного пункта, м.

Для уравнения (I) получены: коэффициент множественной корреляции  $r^2 = 0,92 \pm 0,002$  и критерий Фишера  $F = 73,8$  при табличном его значении  $F^T = 2,28$ . Оценка точности расчетов с использованием независимых данных показала, что для 67% случаев ошибка не превышает  $\pm 5\%$ , для 75% случаев ошибка составляет не более  $\pm 10\%$ .

При переходе к модулю стока ( $M_0$ ) и расходам воды ( $Q_0$ ) используются зависимости:

$$M_0 = \frac{Y}{31,5} \cdot \text{л/(с.км}^2\text{)}; \quad (2)$$

$$Q_0 = \frac{YA}{31500} \cdot \text{м}^3/\text{с.}, \quad (3)$$

где  $A$  - площадь водосбора, км<sup>2</sup>.

Как показали наши исследования, при общей характеристике распределения в течение годового стока на территории Белоруссии достаточно использовать пространственные корреляционные функции типа (I). Интегрируя уравнение (I) по площади водосбора ( $A$ ), с учетом максимальной амплитуды изменения отметок поверхности водосбора ( $\Delta H$ ), можно получить объем годового стока:

$$W_0 = 10^3 \int_A \int_{\Delta H}^{\text{Hmax.}} \int_{\text{min.}} Y(\rho, \lambda, H) d\rho d\lambda dH, \text{ м}^3, \quad (4)$$

где  $\Delta H = H_{\text{max.}} - H_{\text{min.}}$  - разность, соответственно, максимальной и минимальной абсолютных отметок поверхности водосбора, м.

Среднегодовое количество расхода воды в расчетном (замыкающем) створе составит:

$$Q_0 = \frac{W_0}{T} \cdot \text{м}^3/\text{с.}, \quad (5)$$

где  $T = 31,5 \cdot 10^6$  - продолжительность гидрологического года, с.

Обеспеченные значения годового стока ( $Q_{p\%}$ ) рассчитываются с использованием параметров аналитических кривых распределения, установленных по изученным рекам, являющимся аналогами для данного района:

$$Q_{p\%} = Q_0 \cdot K_{p\%}, \quad (6)$$

где  $K_{p\%} = 1 + C_{v(A)} \cdot \Phi(\Phi^{-1}(P))$  - модульный коэффициент расчетной обеспеченности;

$C_{v(A)}$  - коэффициент вариации суммарного годового стока;

$C_B$  - коэффициент асимметрии годового стока;

$\Phi$  - нормированное отклонение ординаты кривой обеспеченности;

$P$  - расчетная вероятность превышения годового стока.

Методика определения  $C_v$  при отсутствии данных гидрометрических наблюдений опирается на использование в качестве основного параметра - площади водосбора реки до расчетного створа ( $A$ ). Но, строго говоря, водосборная площадь, сама по себе, не должна являться основным и определяющим фактором вариации годового стока. Теоретическое решение задачи о влиянии размеров речного бассейна на вариацию стока дано С.Н.Крыжким и М.Ф.Менкелем, хотя авторы полно не раскрыли полученную ими теоретическую формулу:

$$C_{v(A)} = C_{v(AA)} \cdot \sqrt{\bar{R}}, \quad (7)$$

где  $C_{v(AA)}$  - коэффициент вариации годового стока с "элементарной" площадью речного бассейна;

$\bar{R}$  - средний для бассейна коэффициент корреляции между величинами годового стока с "элементарных" площадей.

Из уравнения (7) ясно, что количественная оценка влияния водосборной площади на изменчивость годового стока связана с анали-

ном пространственно-временной корреляций характеристик стока.

Средний для бассейна коэффициент корреляции, как одна из показателей статистической структуры и меры синхронности поля стока, определяется нами из выражения:

$$\bar{R} = \frac{1}{A} \iint_A R(\rho, \lambda) d\rho d\lambda, \quad (8)$$

где  $R(\rho, \lambda)$  - функция коэффициентов корреляции от расстояния ( $\rho$ ) между центрами элементарных составляющих бассейна.

При этом, пространственно-временные корреляционные функции годового стока рек Белоруссии ( $R$ ) аппроксимируются зависимостью:

$$R = \exp(-0,005 \rho^{0,911}). \quad (9)$$

Подставив зависимость (9) в выражение (8), с заменой  $\rho$  и  $\lambda$  на  $\rho = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}$ , получим:

$$\bar{R} = \frac{1}{A} \int_{\lambda_{S(мин)}}^{\lambda_{S(мак)}} \int_{\rho_{S(мин)}}^{\rho_{S(мак)}} \exp(-0,005(\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2)^{0,455}) d\rho d\lambda, \quad (10)$$

где  $\Delta x_i, \Delta y_i$  - соответственно приращения координат элементарных площадей в границах рассматриваемого бассейна (от  $\rho_{S(мин)}$  до  $\rho_{S(мак)}$  и от  $\lambda_{S(мин)}$  до  $\lambda_{S(мак)}$ ).

Выражение (10) аналитически не интегрируется, а решается численными методами с использованием ЭВМ. При ручном счете используется соответствующая номограмма для определения  $\bar{R}$  в зависимости от проекций длины и ширины речного бассейна на оси координат ( $\Delta x_s, \Delta y_s$ ).

Вскрытые механизмы косвенного учета размеров водосборной площади в процессе оценки изменчивости годового стока дают возможность отказаться от чисто географического интерполирования при построении и пол'зовании картами в случае отсутствия данных гидрометрических

наблюдений. Географическое интегрирование применимо лишь к обобщенным факторам, свободным от влияния размеров водосбора.

Оценивая коэффициент вариации годового стока неизученных рек в бассейне Западного Луга, кроме картографического материала, рекомендуется использовать уравнение:

$$C_{v(2A)} = -0,2292 X_i^2 - 0,0195 \lambda_i - 0,1575 H_i + 0,0003 X_i^2 + 0,0001 \lambda_i^2 + 0,0002 H_i^2 - 0,0002 X_i \lambda_i + 0,0010 X_i H_i + 0,0002 \lambda_i H_i + 16,11, \quad (II)$$

где  $C_{v(2A)}$  - коэффициент вариации годового стока с элементарной составляющей речного бассейна, приуроченной к центру тяжести водосбора, %;

$X_i, \lambda_i$  - соответствующие координаты данного элементарного участка, км;

$H_i$  - абсолютная отметка поверхности в центре водосбора, м.

Уравнение (II) характеризуется коэффициентом множественной корреляции  $-r^2 = 0,90$  и критерием Фишера  $-F = 14,74$  при таблическом его значении  $-F_{\alpha} = 2,26$ .

Расчетные значения отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации ( $C_s = f(C_v)$ ) следует принимать как среднее из значений, установленных по данным группы рек с наиболее продолжительными наблюдениями за годовым стоком в гидрологически однородном районе.

В настоящей работе использовано соотношение  $-C_{s(2A)} = 2 C_{v(2A)}$ .

Предлагаемый подход позволяет в автоматизированном режиме определить основные статистические характеристики годового стока при отсутствии данных гидрометеорологических наблюдений.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В СИСТЕМЕ  
ОБОРОТНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
БРЕСТСКОГО КОМБИНАТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б.В.Карасёв, Б.Н.Житенёв, А.М.Игнатьюк, В.В.Мутовкин

Сточные воды на Брестском комбинате строительных материалов (КСМ) образуются в результате функционирования трёх технологических линий, скруббер-приготовительных отделений цеха формовки, установки улавливания пыли от вращающейся печи и сброса оборотных вод, питающих воздухоподогреватели. В результате эти воды загрязняются тонкодиспергированными примесями минерального происхождения, концентрация которых в усреднённом стоке составляет 250-1100 мг/л. Удаление этих примесей безреагентными методами неэффективно. С целью разработки технологии очистки сточных вод Брестского КСМ были проведены исследования по влиянию дозы реагента, продолжительности обработки и высоты слоя осаждения на эффективность очистки воды отстаиванием. В качестве реагентов испытывались ПАА, ПАА с сернокислым алюминием, сернокислый алюминий с подделачиванием известью. В результате исследований получены экспериментально-статистические модели процесса, позволившие установить оптимальные значения исследуемых факторов. Наиболее эффективно осветление сточных вод Брестского КСМ наблюдалось при использовании сернокислого алюминия с подделачиванием. За 15-20 мин. осаждалось 80-90 % взвешенных веществ. На основании проведённых исследований для проектирования очистных сооружений была принята двухступенчатая схема, включающая вертикальные отстойники со зстроенной камерой хлопьеобразования и фильтры с плавающей загрузкой из вспененного полистирола. Предложенная технология обеспечивает очистку оборотной воды до требований предъявляемых потребителями технической воды Брестского КСМ.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕРГАТОРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

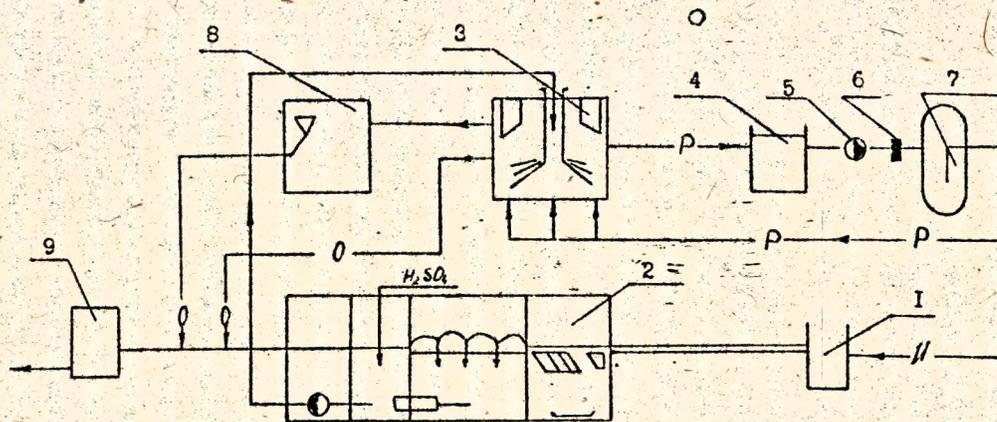
И.С.Шаповал, В.И.Чижов

Технологическая схема очистки производственных сточных вод и нефтепродуктов и ПАВ применена на Гомельской чулочно-трикотажной фабрике.

Существующий отстойник-усреднитель очистных сооружений был реконструирован и превратился в комбинированное сооружение 2 предварительного осветления и отведения стоков. В нем установлен тонкослойный модуль, отделение нейтрализации, напорная воздушная система перемешивания сточных вод и сооружена насосная станция для подачи стоков в четыре флотатора-фильтра 3, в которых производится насыщение сточных вод воздухом с помощью сатуратора, диспергирование их и доочистка на сорбционных фильтрах. Диспергаторы располагаются в нижней части наклонных перегородок флотаторов-фильтров. При работе диспергатора в нем возникает и развивается кавитация, создающая мелкодисперсную эмульсированную жидкую среду в сточных водах. Реагентное хозяйство включает баки для хранения, приготовления и дозирования серной кислоты. Флотатор-фильтр осуществляет четыре ступени очистки воды: первая-насыщение сточной воды воздухом путем струйной аэрации, вторая - путем насыщения воды диспергаторами, третья - путем насыщения воды воздухом через дырчатые трубы, четвертая - фильтрованием через кассетные фильтры, загруженные сипроном.

Диспергаторы устанавливаются вдоль наклонных пластин и работают от линии рециркуляции расхода воды при начальном давлении 3-4 атм. Принцип действия диспергаторов основан на создании развитой кавитации внутри его корпуса, которая способствует получению очень мелких пузырьков воздуха. Образующийся в процессе флотации флото-конденсат, собирается в сборной емкости 8 и периодически вывозится.

Технологическая схема очистки производственных сточных вод Гомельской ЧТО



I-приемный колодец; 2-комбинированное сооружение предварительного осветления и усреднения стоков; 3-флотатор-фильтр; 4-приемная емкость; 5-рециркуляционный насос; 6-эжектор; 7-резервуар; 8-резервуар сбора флотошлама; 9-колодец сбора осветленной воды; II-трубопровод исходной воды; P-рециркуляционный трубопровод; O-отвод осветленной воды.

## ИССЛЕДОВАНИЯ СПОСОБНОСТЕЙ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ СМОЛ К ТЕЧЕНИЮ В ЛИТЬЕВОЙ ФОРМЕ

Корнелиш Дубицки  
Казимеж Кушевски

Традиционные методы исследования способностей термореактивных смол, такие как:

- исследование текучести, например методом *Rashiga-Krakla*,
- исследование массового течения методом *ZIP*,

Хорошо характеризуют способности этих пластмасс в процессе формирования контура изделия во время прессования, но плохо при оценке способности их переработки методом литья под давлением.

В статье представлены результаты исследований способности пластмасс к течению и заполнению формирующего гнезда методом спиральной формы. По этому методу опытная пресс-форма с формирующим гнездом в виде спирали Архимеда, непосредственно крепится к литьевому прессу. Показателем способности к литью под давлением является длина спирали пластмассы, полученная в опытной форме в процессе литья под давлением.

Исследованы термореактивные прессматериалы (меламиноформальдегидный Melor в МРЛ и МЕС - 35) при постоянных и временных параметрах: время литья под давлением - 10 с., время прижима - 14 с. время отверждения - 20 с. Определен путь течения исследуемых пластмасс в функции:

- температура цилиндра ( 90-115°C)
- давление литья ( 80-115 МПа)
- температура формы ( 140-200°C).

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНЪЕКЦИИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ПРЕССОВАННЫХ В ШПРИЦ-ФОРМЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА**

**Марек Грунт**

В работе представлены результаты исследований влияния времени охлаждения прессованных в шприц-форме изделий и температуры инъекции на образование трещин серебра в процессе инъекции двух видов полипропилена (MILEN J 603, VEZTOLEN P 4453).

Определена сопротивляемость образцов подвергнутых воздействию статического растяжения: минимальные растягивающие напряжения, предел текучести, напряжение разрыва. Установлено, что:

- графики нагрузки в функции удлинения для обеих исследованных пластмасс имеют другую, чем ожидаемая (на основании литературного анализа) форму, описано объяснение причин такого расхождения;

- имеется заметная зависимость между появлением трещин серебра и результатом испытаний на прочность;

- возникающие в прессованных изделиях трещины серебра могут быть результатом слишком быстрого охлаждения прессованных в пресс-форме изделий и слишком высокой температурой прессованной пластмассы.

В конце работы сделаны выводы по проведенным исследованиям; они имеют как познавательное так и утилитарное значение.

## ВЫДАВЛИВАНИЕ МИКРОФАСОННЫХ КРУГОВЫХ ПРОФИЛЕЙ

Януш Сикора

Микрофасонные круговые профили — это фасонные профили малых размеров, со сложным поперечным сечением, которое характеризуется как можно большим отношением контура к площади поверхности.

Они применяются, в основном, в медицине в качестве специальных капиллярных проводов; могут применяться и для других целей, например в качестве стержней для шариковой ручки.

На примере одночервячного выдавливания полиэтилентерефталата бутена (РВТ) представлены основные функции расточных головок и калибраторов, а также результаты исследований проведенных на трех сердцевинах формирующих поперечное сечение микрофасонного профиля.

Показаны технологические рекомендации для получения прессовок а также влияние вида модификации пластика на качество микрофасонного профиля, особое внимание обращено на подбор пластифицирующих систем (конструкция червяка), конструкцию головки, а также технику калибровки. Обращено внимание на реологические явления, происходящие в головке и калибраторе.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ В АДГЕЗИОННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ МЕТОДОМ  
КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Васф Кучмалевски

Для исследований отобраны соединения внахлестку и торцевые.  
Соединение внахлестку имеет следующие геометрические размеры:

- толщина соединяемых элементов  $t = 2$  мм,
- ширина нахлестки  $l = 20$  мм,
- длина нахлестки  $l = 25$  мм,  $l$
- толщина клея  $t = 0,15$  мм

Физические свойства материалов следующие:

- коэффициент Юнга клея -  $E = 3500$  МПа,
- коэффициент Пуассона  $\nu = 0,33$ ,
- коэффициент Юнга стали  $E_c = 200000$  МПа,
- коэффициент Пуассона стали  $\nu = 0,3$ ,
- коэффициент Юнга алюминиевого сплава АА7  $E_d = 70000$  МПа.

Размер торцевого соединения  $10 \times 20$  мм, материалы такие же как и в соединениях внахлестку. Разрывная нагрузка соединения  $F = 4200$  Н.

Для стальных соединений внахлестку мы получили коэффициент концентрации напряжений  $K_t = 3,5$ , для соединений алюминиевого сплава АА7  $K_t = 5$ .

Нами были проведены модельные исследования влияния неоднородности структуры на местный рост напряжений вокруг неоднородности. Обнаружено, что на рост напряжений влияют размеры, количество и порядок расположения непроклеенных участков. Введение неоднородности в форме непроклея (каверны) размерами  $0,16 \times 0,05 \times 20$  мм увеличило местная напряженность на  $42\%$ . При периферийной каверне размерами  $0,06 \times 0,06 \times 10$  мм местная напряженность возросла на  $75\%$ .

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЛИТЬЕВЫХ ПРЕССОВ

Янш Дуда

Целью работы является анализ конструктивных решений инструментальных систем литейных прессов. Он является результатом литературного обзора, просмотра патентов и проспектов фирм.

По приводу инструментальные системы подразделяются на: гидравлические, пневматические, гидромеханические, пневмомеханические, механические.

Применяемые в литейных прессах гидравлические и пневматические инструментальные системы могут быть прямого действия или двухступенчатые. Двухступенчатые системы можно разделить на такие, в которых ускоренное перемещение подвижного стола обеспечивается с помощью гидравлического, гидромеханического и механического приводов.

Для каждого вида инструментальной системы применяются разные технические решения; в работе представлены наиболее интересные, их описание и принцип действия.

Подчеркнуты преимущества и основные недостатки представленных решений. Проведен сравнительный анализ свойств различных инструментальных систем по критериям: потребляемой энергии, надежности работы, механической стойкости, регулирования силы замыкания, быстроходности, повторности движений.

В работе также представлены выводы по направлениям развития инструментальных систем литейных прессов.

## НОВАЯ ГИПОТЕЗА ФОРМИРОВАНИЯ ТАЛЫХ ВОРОНОК В ЗАТОПЛЕННЫХ МИКРОПОНИЖЕНИЯХ

К.А.Глушко

На основании полевых наблюдений за просачиванием талых вод в мерзлую почву Дыгало В.С., Зиева Е.С., Комаров В.Д., Субботин А.И., Урываев В.А. и многие другие отметили, что определенная часть талых вод по трещинам, ходам землеройных животных, остаткам растительности просачивается через мерзлый слой почвы к уровню грунтовых вод. Авторы фиксировали и отдельные талые воронки, способствующие переводу поверхностного стока в грунтовый, возникновение которых объяснялось значительно меньшей глубиной промерзания на этих участках и, следовательно, более ранним сроком их оттаивания.

Автором, проводившим полевые исследования за просачиванием талых вод на осушенных дренажем торфяниках, были выявлены талые воронки в ложе микропонижений после окончания инфильтрации талых вод. При этом воронки формируются в наиболее пониженных частях микропонижения, преимущественно в бороздах ориентированных с востока на запад. Талая воронка представляет собой, обычно, ленту шириной 10-15 см., расположенную в нижней части северного откоса борозды или другой локальной западины с крутыми откосами. Основная часть мерзлого массива оттаивала на этот период не более чем на  $1/3$  -  $1/4$  толщины промерзания. Очевидно, что процесс оттаивания данной части откоса ускоренный и имеет под собой следующую физическую основу.

С началом водостдачи со снега, талая вода проникает в почву по трещинам, ходам землеройных животных и благодаря капиллярно-сорбционному потенциалу. При большом запасе холода, превышающем приток тепла от талой водой и теплоту фазовых переходов "вода-лед", происходит замерзание ее на некоторой глубине или на поверхности и формирование запирающего слоя. Переток талых вод может осуществляться только по вышеуказанным причинам. Талые воды поверхностным стоком

аккумулируются в микропонижениях. Под действием солнечной радиации происходит прогревание ложа микропонижения и нижних слоев воды за счет конвекции; верхние слои прогреваются за счет контакта с прогревыми воздушными массами. В итоге формируется температурный профиль воды. Более теплые слои находятся ближе к поверхности, а холодные у дна ложа микропонижения, имеющего нулевую температуру. Температура слоев воды, находящихся в контакте с мерзлой почвой, отличается от нуля в силу их разных характеристик, и в силу неустойчивой стратификации.

Слой талой воды с переменной температурой по профилю является оптически неоднородной средой, так как плотность воды изменяется по параболическому закону от температуры. Поэтому показатель преломления воды непрерывно увеличивается по мере увеличения ее глубины (увеличения плотности). Вследствие этого, световой луч, идущий в воде, проходит как бы через множество тонких, параллельных друг другу слоев, показатели преломления которых увеличивается с увеличением глубины слоев. На границе раздела каждой пары таких слоев происходит преломление луча по известному закону:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{c_2}{c_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

где

$$n_2 = n_1 + n_0 \cdot A^2$$

$$n_0 = \frac{1}{8\pi} n_1 \rho \frac{\partial \rho}{\partial p} \left( \frac{\partial n_1}{\partial \rho} \right)^2$$

Давление  $p$  определяется по формуле:

$$p = \frac{1}{2\pi} \rho \frac{\partial \epsilon}{\partial \rho} E^2$$

а напряженность электрического поля световой волны —

$$E = A^2 \cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2} A^2 [1 + \cos 2(\omega t + \varphi)]$$

где  $\epsilon$  и  $\rho$  — диэлектрическая проницаемость и плотность воды.

Таким образом, параллельный пучок света на входе превращается в сходящийся, т.е. происходит самофокусировка. Концентрация световой энергии, на уменьшенной по сравнению с входом площади, приводит к ускоренному оттаиванию мерзлой почвы, что и наблюдается в естественных условиях.

## ФИЗИЧЕСКОЕ СТАРЕНИЕ ПОЛИКАРБОНАТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДАВЛЕНИЯ.

А. В. Воронков, И. Парсонс.

Процесс физического старения протекает в области эксплуатационных температур аморфных полимеров и существенно влияет на изменение многих свойств материалов во время эксплуатации. Исходя из концепции свободного объема, являющейся наиболее популярной при объяснении данного явления, большой интерес вызывает исследование воздействия давления на физическое старение, тем более, что данные по этому вопросу практически отсутствуют. Исследование этого явления представляет большой интерес с точки зрения возможности выявления способов устранения протекания физического старения в изделиях во время эксплуатации.

Целью настоящей работы было исследование особенностей воздействия приложенного давления на процесс старения поликарбонатов.

Влияние давления исследовалось как на исходные материалы (не подвергнутые старению), так и на предварительно состаренные материалы. В качестве объекта исследования был использован поликарбонат коммерческой марки *Kalsolon 5730* (Байер). В качестве метода исследования использовалась дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК). Использовался прибор DSC-1 с микропроцессором Apple - II. Процесс исследовался по величине энтальпий старения  $-\Delta H_s$ , величина которых рассчитывалась из площади пиков старения. Предварительное исследование старения под воздействием только температуры показало хорошую сходимость результатов с ранее сообщенными.

Влияние давления исследовалось при постоянной температуре -  $120^{\circ}\text{C}$  в широком интервале давлений от 6,5 до  $32,5 \text{ мН/м}^2$ .

Результаты исследования образцов не подвергнутых престарению позволяют сделать вывод, что при использовании постоянного давления в образцах одновременно проходят два процесса: ускоренное старение до мак-

симальной величины с последующим очень быстрым омоложением. Причем, чем выше давление, тем быстрее идут оба эти процесса. Таким образом, выдержка исследуемых образцов при температуре ниже температуры стеклования в течение определенного времени (до 5 часов) позволяет получить стабильные материалы, не подвергающиеся в дальнейшем физическому старению.

Следующим этапом было выяснение вопроса: будет ли "стираться" старение в преостаренных образцах после применения давления?

Исследование старения изотермически-состаренных образцов проводилось при а) одинаковом давлении и различных температурах б) одинаковой температуре и различных давлениях.

Установлено, что после полного или частичного стирания престарения происходит возобновление этого процесса до первоначального состояния. Это позволяет предположить, что рука об руку с процессом стирания престарения идет процесс возобновления и развития старения - образцы запоминают свою термическую предисторию. Применение как малых, так и больших давлений не может заставить образцы "забыть" ее. Использование давления не приводит к полному "омоложению" в связи с тем, что предварительное старение оказывается доминирующим.

ВЛИЯНИЕ БОРНОЙ КИСЛОТЫ НА ПАССИВАЦИЮ СТАЛИ В НАСЫЩЕННОМ  
РАСТВОРЕ ГИДРОКСИДА КАЛЬЦИЯ

Л.И. Соболева

Известно, что на воздухе рН насыщенного раствора гидроксида кальция уменьшается и со временем может упасть до  $\theta - 7,5$ . При этом возникающая на стали пассивная пленка теряет свои защитные свойства. В боратных и фосфатных растворах пассивная пленка по данным многих исследователей обладает значительной устойчивостью. Поэтому было целесообразно изучить влияние борной кислоты на стабильность рН насыщенного раствора гидроксида кальция во времени, а также на устойчивость пассивной пленки.

Изучение проводилось методом снятия анодных и катодных поляризационных кривых, а также изменения тока пассивации во времени.

Установлено, что в присутствии борной кислоты 5 г/л катодный ток в пределах от 200 до 300 мВ имеет минимальную величину  $I - 3 \mu\text{ка}/\text{см}^2$  и стабилен по сравнению с током в растворе без добавок, он ниже  $I, \theta - 2$  раза. Аналогично снижается величина анодного тока. В растворе, содержащем 2 г/л силиката натрия при потенциалах 600 - 800 мВ, катодный ток практически равен  $\theta$ .

Изучение изменения анодного тока со временем без наложения внешнего напряжения показало, что в растворе, содержащем смешанную добавку  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3$  после 1,5 мин, величина тока практически равна величине тока в растворе, содержащем в качестве добавки нитрит натрия 1 г/л.

Установлено, что добавки борной кислоты и силиката натрия способствуют устойчивости во времени пассивной пленки на стали в растворе гидроксида при свободном доступе воздуха.

О САНИТАРНОМ СОСТОЯНИИ ОТКРЫТЫХ ВОДОЁМОВ БАСЕЙНА  
РЕКИ ЗАПАДНЫЙ БУГ НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. Атрушкевич, П.П. Строкач

Наиболее крупными открытыми водоёмами бассейна реки Западный Буг на территории Брестской области являются реки Мухавец и Лесная. Они относятся к категории малых рек, для которых решением облисполкома установлена стометровая санитарно-защитная зона в прибрежной полосе.

Мухавец от Кобрина до Бреста является судоходным. Берега Мухавца и Лесной имеют зоны рекреации на воде в городах: Пружаны, Кобрин, Жабинка, Каменец, в урочищах "Перки" и "Сосновый бор". Мухавец используется как водно-спортивный водоём гребного и моторного спорта.

В прибрежной полосе Мухавца, кроме указанных городов, расположено 8 деревень с количеством жителей более 2000 человек (Залузье, Здитово, Цеглики, Петровичи, Бульково, Щербин, Ямно, Вычулки), в которых нет канализации и водопровода. Население не использует воду открытых водоёмов для питьевых целей.

Наиболее мощными источниками загрязнения Мухавца является выпуск ливневых канализаций городов (в Пружанах-2, Кобрине-9, Жабинке-3, Бресте-21 выпуск), очистных сооружений хозяйственно-фекальной канализации Кобрина и воинской части в д. Лепсы Кобринского района, группы пионерских лагерей в урочищах "Перки" и "Сосновый бор", санатория "Буг".

Кроме того, в 500-метровой прибрежной полосе Мухавца и его притоков находятся: цех безалкогольных напитков Кобринского консервного завода, Кобринская птицепопкорная фабрика, миссоварная ферма совхоза "Жабинковский" в д. Цеглики и племсовхоза "Беларусь" в д. Бульково, ферма по отбору крупного рогатого скота совхоза "Жабинковский" в д. Здитово.

В ходе контроля за выполнением водохранного законодательства в течение ряда лет изучалось качество воды в Мухавце и Лесной. Установ-

лено, что по санитарно-химическим и бактериологическим показателям качество воды неудовлетворительное. Содержание нефтепродуктов составляет 10-13,5 ПДК, азота аммонийного - 3,5, азота нитратного - 4, соединений меди до 24, цинка - 2, фенолов - 7.

Число бактерий группы кишечных палочек (коли-индекс) колеблется в пределах 2300-700000 при норме до 10000 и отсутствии патогенной микрофлоры, которая не выявилась.

За последние три года по требованию органов санитарно-эпидемиологической службы и Комитета по охране природы проведено ряд мероприятий по улучшению санитарного состояния малых рек бассейна Западного Буга. Закрыты Сехновичский и Диновский крахмальные заводы, решен вопрос ликвидации цеха безалкогольных напитков Кобринского консервного завода. Ведётся строительство канализационных сетей с очистными сооружениями для группы пионерских лагерей в урочище "Сосновый бор". Построена и введена в эксплуатацию вторая линия напорного коллектора до очистных сооружений в Хабинке, что позволило исключить загрязнение Мухавца при авариях на напорном коллекторе. Ликвидирована свиноферма племсовхоза "Рогозлянский" в Щегликах. Построены очистные сооружения для пионерлагеря "Полянка" в Булькове. Ведётся строительство ливневого коллектора Д-700 мм с перехватом трёх ливневых выпусков по улице Набережная в Бресте.

Во всех районах и городах разработаны долгосрочные программы "Экология", находящиеся на постоянном контроле в исполнениях местных Советов, депутатских комиссиях по охране природы, санитарной службы и Комитета по охране природы. К нарушителям санитарных правил и норм содержания населённых мест, территорий предприятий применяются меры административного воздействия. Ежегодно подвергаются штрафным санкциям более 400 ответственных лиц. Выносились постановления главных государственных санитарных врачей Бреста, Кобринского района о запрещении купания в Мухавце.

С целью предотвращения загрязнения воды Мухавца считается необходимым: строительство очистных сооружений ливневых канализаций в Пружанах, Кобрине, Жабинке, Бресте; локальных очистных сооружений на территории всех промышленных предприятий и автохозяйств, сбрасывающих ливневые сточные воды в канализационную сеть городов; совершенствование санитарной очистки городов и других населённых мест; ликвидация объектов в 500-метровой прибрежной полосе малых рек, которые могут их загрязнять; повышение ответственности руководителей предприятий, организаций, местных органов власти за экологическую обстановку; повышение требовательности со стороны контролирующих органов к нарушителям санитарных правил и норм, законодательства по охране природы.

## ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА ВЕЛИКИХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ АМЕРИКИ ДОКОЛОНИАЛЬНОГО ПЕРИОДА

Л.М. Максимук

1. Изучение педагогической культуры, воспитательных традиций, специфики и закономерностей в развитии воспитания и школы в древнейших цивилизациях Америки важно ввиду того вклада, который оно может внести в разработку всемирного историко-педагогического процесса. Великие цивилизации Америки развивались самостоятельно, без ощутимого влияния Старого Света. Это дает возможность сравнивать между собой историко-педагогические процессы в изолированных друг от друга регионах земного шара.

2. История воспитания и школы в первых цивилизациях Америки - это история истоков зарождения современной педагогической действительности стран Латинской Америки. Воспитательные традиции, реконструируемые с помощью археологических и этнографических данных, материалов лингвистики и фольклористики, на основе редиологического и искусствоведческого материала позволяют усмотреть преемственность между наиболее развитыми формами передачи культуры в древности и теми приемами воспитания, которые и сейчас составляют основу практики многомиллионных масс людей на огромной по площади территории американского континента.

3. Индейские народы создали в глубокой древности чрезвычайно богатую педагогическую культуру. Их опыт воспитания подрастающих поколений содержит в себе непреходящие общечеловеческие ценности: навыки коллективизма и взаимопомощи, ощущение неразрывной связи с родной землей, стойкость к жизненным невзгодам, выработанное на протяжении многих веков умение выжить в условиях жестокого угнетения.

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
М.В.Голуб. Критерий оценки материалов пар трения.....	3
Ю.В.Стефаненко, А.А.Волчек, В.Е.Валуев. Внутригодовое распределение стока малых рек Беларуси .....	5
А.А.Волчек, В.Е.Валуев, Ю.В.Стефаненко. Естественная увлажненность поверхностных водосборов Беларуси.....	6
В.Е.Валуев, А.А.Волчек, Н.Т.Дрченко. Изменчивость почвенных влагозапасов на реальном сельскохозяйственном поле .....	8
М.Ф.Мороз, Н.Н.Водчиц. Водный режим почв и его управляемость .	11
Н.Н.Водчиц, М.Ф.Мороз, А.С.Прибышня. Некоторые вопросы охраны окружающей среды при мелиорации земель Полесья .....	14
А.А.Омелько. К расчету оптимального уровня грунтовых вод поля регулирования .....	16
И.Ф.Шаповал, В.И.Чижов. Устройство по диспергированию жидких оред с конической формой ротора.....	18
В.Е.Валуев, А.А.Волчек. Способ гидролого-климатического обоснования систем утилизации сточных вод .....	20
В.Е.Валуев, А.А.Волчек. Расчет характеристик годового стока в бассейне Западного Буга при отсутствии данных наблюдений.....	23
Б.В.Карасев, Б.Н.Житнев, А.М.Игнатюк, В.В.Мутовкин. Технология очистки сточных вод в системе оборотного технического водоснабжения Брестского комбината строительных материалов .....	28
И.Ф.Шаповал, В.И.Чижов. Использование диспергаторов в технологической схеме очистки сточных вод реконструируемых очистных сооружений .....	29
Корнелиюс Дубицки, Казимеж Кушевски. Исследования способностей терморезактивных смол к течению в литевой форме .....	31
Марек Грунт. Влияние параметров инъекции на механические свойства прессованных в шприц-форме изделий из полипропилена .....	32
Януш Сикора. Выдавливание микрофасонных круговых профилей .....	33

Дзеф Кучмашевски. Анализ напряжений в адгезионных соединениях методом конечных элементов .....	34
Януш Дуда. Инструментальные системы литьевых прессов .....	36
К.А.Глушко. Новая гипотеза формирования талых воронок в затопленных микропонижениях .....	36
А.В.Воронков, И. Парсонс. Физическое старение поликарбонатов под воздействием давления .....	38
Л.И.Соболева. Влияние борной кислоты на пассивацию стали в насыщенном растворе гидроксида кальция .....	40
М.В.Атрушкевич, П.П.Строкач. О санитарном состоянии открытых водоемов бассейна реки Западный Буг на территории Брестской области .....	41
Л.М.Максимук. Педагогическая культура великих цивилизаций Америки доколониального периода .....	44
Содержание .....	45