

Кн. 3. — Бишкек, 2004. — 47 с.

3. Справочник по гидравлическим расчетам [Текст] / Под ред. П. Г. Киселева. — М. : Энергия, 1974. — 312 с.

4. Слисский, С. М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических

сооружений [Текст] / С. М. Слисский. — М. : Энергия, 1979. — 400 с.

5. Высоцкий, Л. И. Управление бурными потоками на водосбросах [Текст] / Л. И. Высоцкий. — М. : Энергоатомиздат, 1990. — 240 с.

УДК 502/504:626.823:621.643:532

Е. И. Шкуланов, канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

В. А. Храповский, канд. техн. наук, профессор

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Новочеркасская государственная мелиоративная академия»

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СООРУЖЕНИЙ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ ТРУБАМИ

Проведенные исследования сооружений с горизонтальными трубами помогли при изучении вопросов гидравлических режимов и пропускной способности сооружений. Установлено, что при незначительном затоплении входного сечения трубы водопроводящая труба включается в работу полунапорным режимом. Количество захватываемого воздуха при первой фазе напорного режима в трубчатых сопрягающих сооружениях, имеющих наклонную водопроводящую трубу, увеличивается.

The given researches of the structures with horizontal pipes helped when the questions of hydraulic regimes and discharge capacity of structures were under study. It was found that at the insignificant flooding of the pipe inflow cross-section the water conveyance pipe starts to work by a semi-pressure regime. The quantity of the taken air at the first phase of the pressure regime in tubular conjugating structures which have an inclined water conveying pipe increases.

В лаборатории инженерной гидравлики НГМА (НИМИ) выполнены гидравлические исследования сооружений трубчатой конструкции, устраиваемых в качестве водовыпусков, регулирующих, подпорных или дорожных сооружений на оросительной сети.

Конструкция исследованных сооружений включает следующие элемен-

ты: входную часть — типовой входной оголовок с параллельными ныряющими стенками; водопроводящую часть — горизонтально уложенную железобетонную трубу круглого сечения; выходную часть — выполненную по типу «конверта» (рис. 1). Ширина входного оголовка b и длина водопроводящей трубы l в процессе исследований изменялись

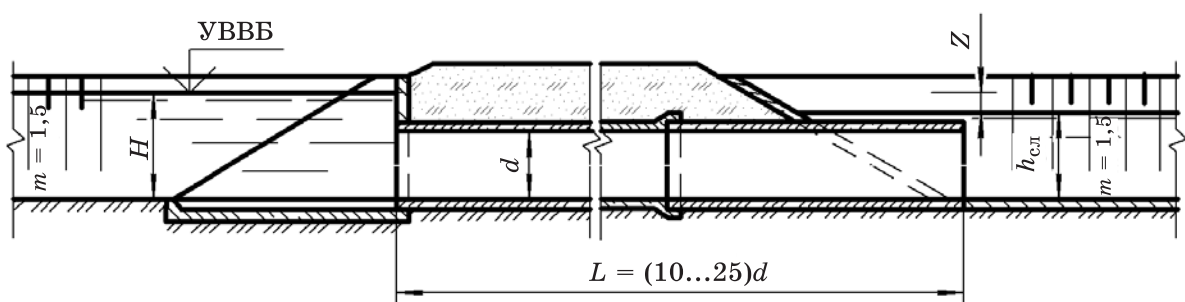


Рис. 1. Схема трубчатого сооружения

в диапазоне $b = (1,15...2,20)d$, $l = (10...25)d$, охватывающем большинство случаев, встречающихся на практике.

Основные вопросы проведенных исследований: изучение гидравлических режимов и пропускной способности сооружений. Исследования проводились на пространственных крупномасштабных моделях сооружений с водопроводящей трубой диаметром $d = 0,1$ м, выполненной из органического стекла. Длина трубы на моделях сооружений изменялась в пределах $1,05...2,50$ м.

В процессе исследования каждого типоразмера сооружения измеряли расходы, глубину воды в верхнем бьефе H и глубину на выходе из трубы сооружения $h_{сл}$. Было проведено 150 опытов.

На рис. 2 показаны условия протекания воды и принятая классификация гидравлических режимов трубчатых сооружений — безнапорный (рис. 2а), полунапорный (рис. 2б) и напорный (рис. 2в...2и).

По опытным данным построены графики пропускной способности, показанные на рис. 3, 4 в безмерных координатах H/d и $\theta = \frac{Q}{\omega\sqrt{gd}}$, где H — напор воды в верхнем бьефе над порогом входа в трубу; Q и θ — соответственно расход и безмерный параметр расхода;

ω — площадь поперечного сечения трубы; g — ускорение силы тяжести. Пересчет безразмерного параметра расхода в абсолютную величину расхода для различного диаметра труб, $Q = f(\theta)$, может быть произведен по графикам, показанным на рис. 5, 6.

Известно, что расчет пропускной способности при безнапорном режиме работы сооружений, когда глубина воды на входе $H < 1,0d$ (рис. 2а), проводят как для кругового водослива с широким порогом:

$$Q = m\sigma_{п}b\sqrt{2gH_0^{3/2}},$$

где m — коэффициент расхода водослива; $\sigma_{п}$ — коэффициент подтопления водослива; b_k — ширина потока в прямоугольном русле, имеющего такую же площадь живого сечения

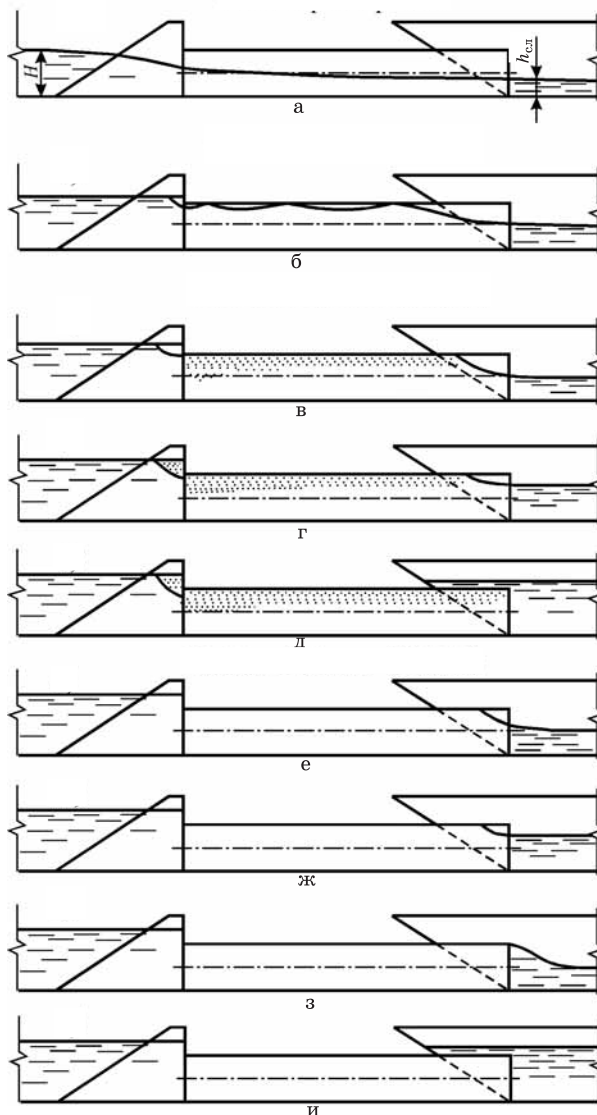


Рис. 2. Схема движения воды и гидравлические режимы в трубчатых сооружениях: а — безнапорный режим; б — полунапорный режим; в — напорный режим с неподтопленным истечением за выходным сечением (фаза 1); г — напорный режим с подтопленным истечением за выходным сечением (фаза 1); д — напорный режим с затопленным истечением за выходным сечением (фаза 1); е — напорный режим с неподтопленным истечением за выходным сечением (фаза 2); ж — напорный режим с подтопленным истечением за выходным сечением (фаза 2); з — напорный режим с неподтопленным истечением за выходным сечением (фаза 2); и — напорный режим с затопленным истечением за выходным сечением (фаза 2)

потока ω_k и глубину h_k , что и действительное круговое русло с критической глубиной h_k ; H_0 — напор над порогом сооружения с учетом скорости подхода (ввиду малого значения скоростного напора в работе принято $H_0 = H$).

В случае отсутствия подтопления водослива коэффициент $\sigma_{п} = 1,0$.

Пропускная способность сооружений на графиках представлена кривой *OA* (рис. 3, 4). Коэффициент расхода, полученный по опытным данным для сооружений с уклоном трубы $I = 0$ и оголовком по типу ныряющих стенок, определенлся равным $m = 0,326$.

Влияние уровня воды нижнего бьефа на подтопление водослива и пропускную способность начинает сказываться при $h > 0,775H$.

Пропускная способность сооружений с подтоплением представлена на графиках зоной, ограниченной кривыми OA_1, AA_1 . Для подтопленного водослива коэффициент σ_{Π} определяется по зависимости

$$\sigma_{\Pi} = \frac{\frac{h_{\text{сл}}}{H} - 1}{0,74 \frac{h_{\text{сл}}}{H} - 0,798}$$

Проведенные опыты показали, что отличительной особенностью формирования гидравлических режимов трубчатых сооружений с горизонтальными трубами, в отличие от регулирующих и сопрягающих сооружений с наклонной трубой, является то, что при незначительном затоплении входного сечения трубы, $H = (1,02...1,05)d$, водопроводящая труба включается в работу полупапорным режимом (рис. 2б). На входе в трубу сооружения периодически прорывается воздух, который в виде отдельных скоплений перемещается в сторону нижнего бьефа.

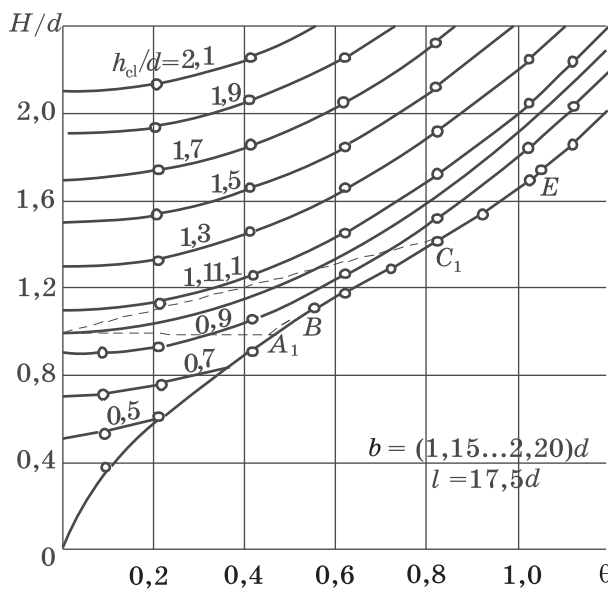
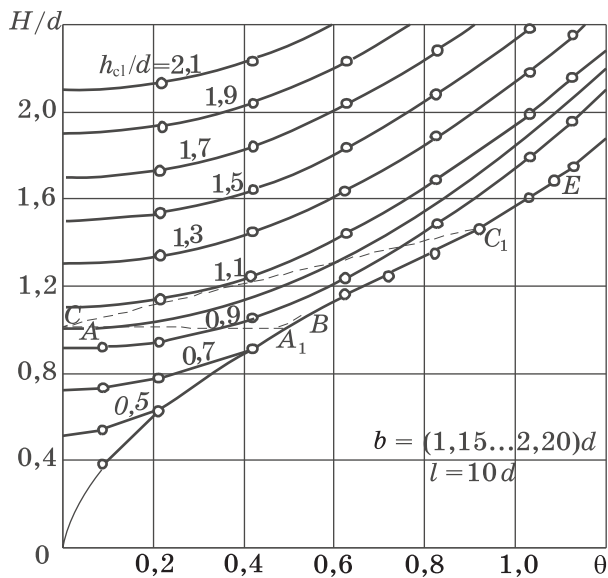


Рис. 3. График пропускной способности трубчатых сооружений

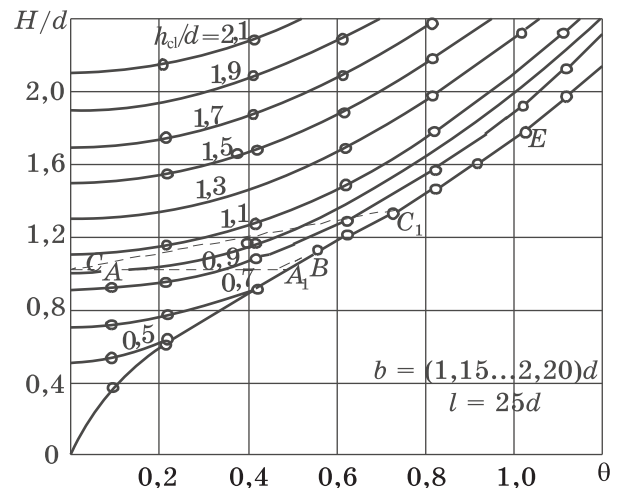


Рис. 4. График пропускной способности трубчатых сооружений

На конечном участке трубы ($l_{\text{тр}} \geq 1,0d$) наблюдается отрыв потока от верха трубы. При этом уровне воды в бьефах «не связаны» между собой, сооружение не подтоплено, т. е. происходит свободное истечение потока в нижний бьеф.

Область существования полупапорного режима образуется при глубине воды на входе в сооружениях с горизонтальными трубами, когда $1,05d > H > 1,0d$, и свободном истечении потока в нижний бьеф. Для этого режима пропускная способность определяется на графиках кривой A_1B практически как для безнапорного гидравлического режима истечения.

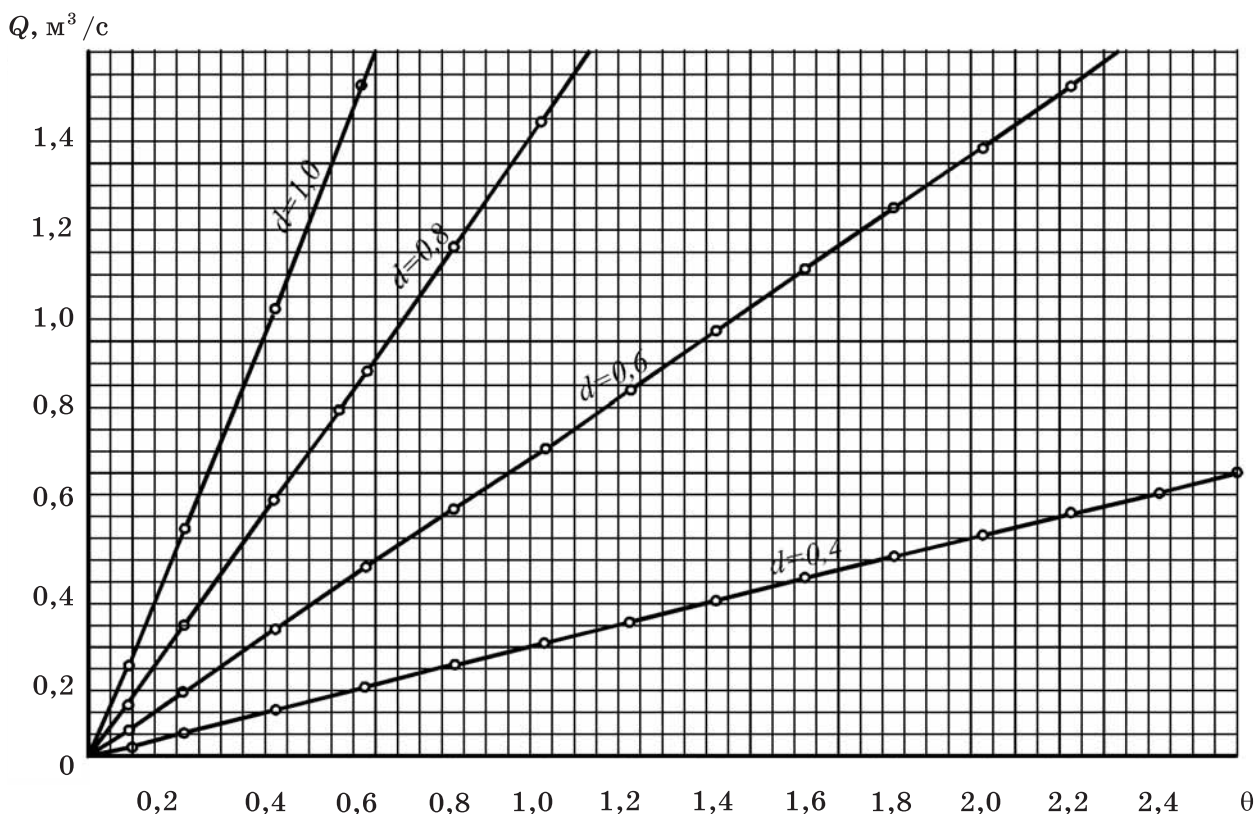


Рис. 5. График зависимости $Q = f(\theta)$ для различных диаметров труб

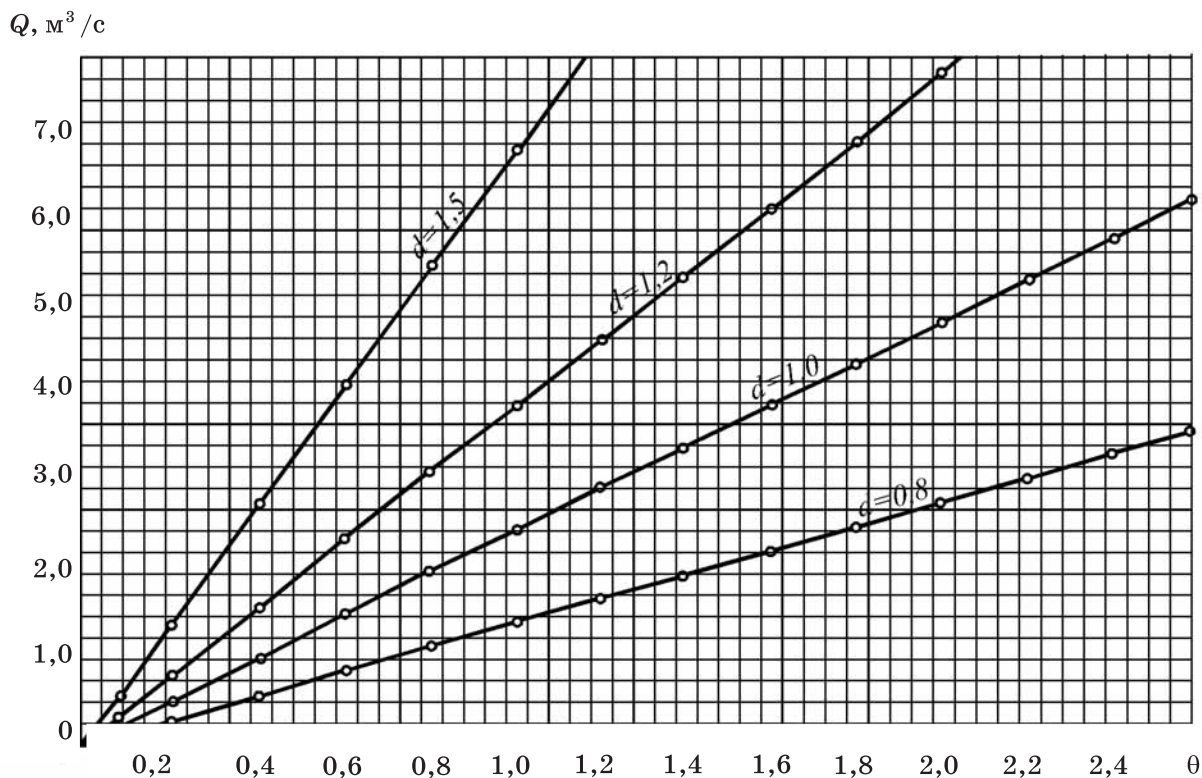


Рис. 6. График зависимости $Q = f(\theta)$ для различных диаметров труб

На графиках пропускной способности отсутствует также зона для безнапорного режима с затопленным входом и незатопленным истечением на выходе вследствие того, что происхо-

дит включение сооружения в работу полунанпорным режимом.

При дальнейшем повышении уровня воды в верхнем бьефе в сооружении формируется напорный гид-

равлический режим, который можно разделить на две фазы. Причем при фазе 1 наблюдается захват воздуха потоком на входе, который постепенно уменьшается и прекращается совсем (фаза 2) по мере увеличения затопления входного сечения трубы. Внешне картина движения потока при фазе 1 по сравнению с движением по фазе 2 отличается транспортировкой воздуха из верхнего бьефа в нижний. Захватываемый на входе воздух сравнительно равномерно перемещается потоком в начале трубы вследствие винтового движения, однако по мере продвижения потока происходит выделение и поднятие отдельных пузырей, скоплений воздуха и их перемещение в сторону нижнего бьефа. Нижняя граница фазы 2 напорного режима на графиках представлена кривой CC_1 .

В зависимости от положения уровня воды в нижнем бьефе в сооружении наблюдается напорный гидравлический режим (фазы 1 или 2) с неподтопленным (рис. 2в, е, з), подтопленным (рис. 2г, ж) или затопленным истечением в выходном сечении (рис. 2д, и).

В качестве критерия оценки начала подтопления истечения за выходным сечением при напорном режиме (фазы 1 и 2) по опытным данным было определено значение, которое равно $h_{\text{сн}} = 0,8d$. При меньшей глубине отсутствует подтопление, при $h_{\text{сн}} > 0,8d$ наблюдается напорный режим с подтопленным истечением на выходе. Если $h_{\text{сн}} \geq 1,0d$, то наблюдается напорный режим с затопленным истечением на выходе.

Пропускная способность сооружений при напорном режиме (фазы 1 и 2) с неподтопленным истечением на выходе, при котором на концевом участке наблюдается отрыв потока от верха трубы ($h_{\text{сн}} \leq 0,8d$), определяется кривой BE или находится по расчетной формуле

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g(H - \eta_H d)},$$

где μ — коэффициент расхода сооружения; ω — площадь поперечного сечения трубы; η_H — коэффициент, учитывающий характер распределения давления в выходном сечении трубы.

Величину коэффициента η_H опре-

делили в результате построения по опытным данным графика $\frac{H}{d} = f(\theta^2)$ по методике Н. П. Розанова*. Из графика установлено, что $\eta_H = 0,9$ и что длина трубы не оказывает влияния на величину η_H . Для определения коэффициента расхода сооружения, равного тангенсу угла наклона прямых на графике, получена расчетная зависимость, рекомендуемая для практики:

$$\mu = \frac{1,19}{\left(\frac{l}{d}\right)^{0,136}}.$$

В соответствии с нормативными и справочными материалами до настоящего времени не разработана методика гидравлического расчета напорных труб с подтопленным истечением на выходе, которые рекомендуется рассчитывать как неподтопленные, что приводит к занижению фактической глубины в верхнем бьефе.

Пропускная способность сооружения в напорном гидравлическом режиме с подтопленным истечением за выходным сечением трубы в нижнем бьефе представлена на графиках для фаз 1 и 2 при $h_{\text{сн}}/d > 0,8$.

Для напорного гидравлического режима с затопленным истечением на выходе пропускную способность сооружений (фазы 1 и 2) рассчитывают по формуле

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gZ},$$

где Z — гидравлический перепад.

Как показали визуальные наблюдения и обработка экспериментальных данных, захват воздуха при фазе 1 напорного режима практически не оказывает влияния на пропускную способность сооружений с горизонтальными трубами, поэтому величина коэффициента расхода сооружения для обеих фаз может быть определена по зависимости

$$\mu = 0,762 - 0,003 \frac{l}{d} + 0,03\theta^{0,73}.$$

*Розанов, Н. П. Гидравлические расчеты водопроводящих труб [Текст]: учеб. пособие / Н. П. Розанов. — М.: МТМИ, 1979.

В трубчатых сопрягающих сооружениях, имеющих наклонную водопроводящую трубу, большую пропускную способность, количество захватываемого воздуха при фазе 1 напорного режима значительно увеличивается, что уже заметно сказывается на уменьшении

величины коэффициента расхода μ и должно учитываться в расчетах.

Ключевые слова: гидравлический режим, пропускная способность сооружений, гидравлический расчет, затопление входного сечения, полунпорный режим, трубчатое сооружение.

УДК 502/504:631.67:631.311.5

А. А. Михайлин, канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия»

О ГЛУБОКОМ РЫХЛЕНИИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕМ ЧИЗЕЛЬНОГО ТИПА

Рассмотрено влияние глубокого разуплотнения почвы на изменение ее плотности, водопроницаемости, температурного режима. Приведены результаты производственной проверки рыхлителя ГНЧ-0,6, обеспечивающего улучшение водно-физических свойств почвы и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур.

Effect of deep loosening on changing density, water permeability and temperature regime of soil is considered. Results of field testing of ГНЧ-0,6 ripper that provides improvement of water and physical characteristics of soil and increased productivity of agricultural crops are presented.

В последние три десятилетия резко возросло применение энергонасыщенной техники, связанной с обработкой почвы, уборкой урожая и др. Частые проходы этой техники по полям привели к переуплотнению ее подпахотных горизонтов. Неоправданное увлечение пахотой ускорило создание практически водонепроницаемого подпахотного слоя почвы на глубину до 45 см. Это явилось катализатором ускорения образования эрозионных процессов за счет переуплотнения почвы, так как влага обильных осадков (25...35 мм) быстро перенасыщает вспаханный слой, а непитавшиеся осадки образуют поверхностный сток. Ухудшились водно-воздушный и температурный режимы почвы, почвообразовательные процессы, что привело к резкому падению урожайности, поднять которую без применения больших доз удобрений под сельскохозяйственные культуры стало очень трудно.

В последнее время несколько изменился подход к обработке почвы. Стали применять иные агроприемы: лущение, плоскорезную обработку, глубокое рыхление и щелевание почвы. Однако эти агроприемы оказались неподходящими как по конструктивным особенностям рабочих органов таких орудий, так и по недостаточной глубине обработки почвы (35...40 см).

Исследования усовершенствованного глубокорыхлителя навесного чизельного типа (ГНЧ-0,6У) и его апробацию авторы проводили в производственных условиях СПК «Сусатское» Семикаракорского района Ростовской области.

Изучали влияние двух вариантов обработки почвы: вариант 1 — вспашка на 20...25 см; вариант 2 — глубокое рыхление усовершенствованным ГНЧ-0,6 до 0,6 м на фоне вспашки на 20...25 см.

Методикой производственной проверки предусматривалось определить послыйное изменение плотности почвы,