

СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ МЕЛИОРАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

*Канд. техн. наук, доц. БОГОСЛАВЧИК П. М.¹⁾, инж. БАТЮШКО О. А.²⁾,
канд. техн. наук, доц. СЕЛЕЗНЕВ В. И.¹⁾, канд. техн. наук ВЫСОЧЕНКО А. В.³⁾*

¹⁾*Белорусский национальный технический университет,*

²⁾*РУП «Белгипроводхоз»,*

³⁾*Институт природопользования НАН Беларуси*

E-mail: pmih@tut.by

Статья посвящена вопросам реконструкции и нового строительства дренажных систем в соответствии с Государственной программой сохранения и использования мелиорированных сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. На основании анализа почвенных, гидрологических и топографических изысканий на восьми объектах реконструкции и нового строительства установлено, что переувлажнение сельскохозяйственных земель в основном произошло из-за заиливания каналов, дрен и устьев коллекторов, плохой организации стока поверхностных вод с полей и уплотнения подпахотного горизонта.

Проектные мероприятия проводились в соответствии с действующими нормативными документами. При проектировании новых объектов и реконструкции существующих дренажных систем применяли полиэтиленовые гофрированные трубы. Диаметры полиэтиленовых коллекторов рассчитывали по общеизвестным формулам гидравлики в зависимости от модуля дренажного стока и водосборной площади. Поверхностный сток из понижений отводили в основном с помощью ложбин стока, открытых воронок и колодцев-поглотителей. Состав технических решений применяемых при реконструкции мелиоративных систем определяли не только гидрогеологическими условиями и современным техническим состоянием элементов существующей дренажной системы, но и планируемым сельскохозяйственным использованием осушенных земель.

Рассмотрены примеры различных подходов к объектам нового мелиоративного строительства на высокоплодородных почвах и к объектам реконструкции мелиоративных систем в разных почвенно-гидрогеологических условиях республики. Приведены основные технико-экономические показатели. Показано, что технические решения, заложенные в проектах нового строительства и реконструкции мелиоративных систем, обеспечат существенное улучшение водного режима почв и их эффективное сельскохозяйственное использование.

Ключевые слова: застой поверхностных вод, осушенные земли, организация поверхностного стока, переувлажненные понижения, проектные решения, реконструкция мелиоративных систем.

Табл. 4. Библиогр.: 10 назв.

MODERN DESIGN EXPERIENCE OF MELIORATION FACILITIES AND RENOVATION OF MELIORATIVE SYSTEMS

BOGOSLAVCHIK P. M.¹⁾, BATIUSHKO O. A.²⁾, SELEZNEV V. I.¹⁾, VYSOCHENKO A. V.³⁾

¹⁾*Belarusian National Technical University,*

²⁾*RUE "Belgiprovdkhoz",*

³⁾*Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus*

The paper is devoted to problems pertaining to renovation and new construction of drainage systems in accordance with the State program on conservation and use of reclaimed agricultural land of the Republic of Belarus. It has been established on the basis of the analysis of soil, hydrological and topographic surveys at eight renovation and new construction sites that overwatering of agricultural land is mainly derived from silting of channels, drains and sewer mouths; poor organization of surface water runoff from fields and compaction of subsurface horizon.

Project activities have been conducted in accordance with existing regulatory documents. Polyethylene corrugated pipes have been used while designing new facilities and renovation of existing drainage systems. Diameters of plastic collectors have been calculated from well-known hydraulic formulas depending on drain-

age flow module and catchment area. Surface low-country runoff has been driven mainly by gullies, open craters and wells sinks. Composition of technical solutions used in the reconstruction of reclamation systems has been determined not only by hydrological conditions and a high-tech state of elements in the existing drainage system, but also by planned agricultural use of reclaimed land.

The paper considers some examples pertaining to application of various approaches to the objects of new reclamation construction on fertile soil and reconstruction of reclamation systems under different soil and hydrogeological conditions of the Republic. Main technical and economic indicators are given in the paper. It has been shown that technical solutions incorporated in the projects of new construction and reconstruction of reclamation systems provide significant improvement in soil water regime and their effective agricultural use.

Keywords: surface water stagnation, reclaimed lands, organization of surface runoff, low-country wetlands, design solutions, reconstruction of reclamation systems.

Tab. 4. Ref.: 10 titles.

Введение. Государственной программой сохранения и использования мелиорированных земель на 2011–2015 гг. поставлена задача достижения к 2015 г. продуктивности мелиорированных сельскохозяйственных земель на уровне 48 ц к. ед./га. Программой предусмотрено строительство новых мелиоративных систем на площади 34,64 тыс. га, в том числе по Брестской обл. – на площади 13,77 тыс. га, Витебской – 8,0 тыс. га, Гомельской – 0,87 тыс. га, Могилевской – 12,0 тыс. га. При этом новое осушение рекомендуется проводить на высокоплодородных землях или на ранее законсервированных объектах мелиорации. Существенно большие площади намечены для производства работ по реконструкции мелиоративных систем (421,4 тыс. га), в результате чего запланировано увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в 1,3–3 раза [1].

Доля осушенных земель в составе сельскохозяйственных угодий республики составляет 31,7 %. К настоящему времени с учетом давности производства мелиоративных работ и действия ряда сопутствующих негативных факторов водный режим на довольно значительной части мелиорированных земель можно оценить как неудовлетворительный. В ряде хозяйств возникают проблемы со своевременным выполнением сельскохозяйственных работ по причине избыточного увлажнения почв и наличия понижений, частично или полностью заполненных поверхностными водами и зарастающих древесно-кустарниковой растительностью.

Характеристика современного состояния мелиоративных объектов. На основании анализа материалов предпроектных почвенно-мелиоративных изысканий на объектах нового

строительства и реконструкции мелиоративных систем, выполненных специалистами РУП «Белгипроводхоз», установлено, что наиболее частыми причинами неблагополучия на мелиорированных землях являются:

- заиление и деформация открытых каналов с частичным обрушением откосов;
- заиление дренажа и устьев коллекторов;
- зарастание открытых каналов влаголюбивой травяной и древесно-кустарниковой растительностью;
- неудовлетворительное разравнивание кавальеров после выполнения работ по ремонтам открытой сети;
- неудовлетворительная организация поверхностного и внутрипочвенного стоков;
- просадочные явления;
- отсутствие или неудовлетворительная организация поверхностного стока из кюветов дорог, примыкающих к мелиоративным объектам;
- разрушение дренажных и коллекторных трубок, проездных и подпорных сооружений;
- разрушение устьев дренажных систем;
- уплотнение подпахотного горизонта.

На каждом мелиоративном объекте, как правило, указанные факторы встречаются в различных сочетаниях. Их влияние приводит к возникновению многочисленных мест продолжительного или постоянного застоя поверхностных вод, зарастанию сорной, болотной и древесно-кустарниковой растительностью, что приводит к сокращению реальных посевных площадей. Исследования проводили на объектах мелиоративного строительства и реконструкции последних лет. Характеристика объектов до проведения мелиоративных работ приведена в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристика состояния объектов
до проведения работ по строительству и реконструкции мелиоративных систем**

Наименование мелиоративного объекта	Балл бонитета почв	Число переувлажненных понижений, шт.	Наличие древесно-кустарниковой растительности, га
«Налазы» и «Крапивенка», СПК «Бродец» Березинского р-на Минской обл.	21,0	21	5,7
«Ректа», ОАО «Горецкое» Горецкого р-на Могилевской обл.	26,4–37,6	25	2,5
«Коммунист», уч. 2, ОАО «Агровидзы» Браславского р-на Витебской обл.	20,5–31,1	12	0,7
«Любиж», СПК «Овсянка» Горецкого р-на Могилевской обл.	32,0	22 (6,2 га)	18,0
«Азаровичи», УКСП «Совхоз-комбинат «Горки» Горецкого р-на Могилевской обл.	36,0	5 (1,1 га)	6,6
«Лань», СПК «Морочь» Клецкого р-на Минской обл.	33,0–37,0	12	28,3
«Андеколово», уч. 3, КСУП «Племзавод «Ленино» Горецкого р-на Могилевской обл.	31,0	33 (1,12 га)	35,6
«Андеколово», уч. 4, КСУП «Племзавод «Ленино» Горецкого р-на Могилевской обл.	30,0	29 (1,37 га)	27,3

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что на всех изучаемых объектах до производства мелиоративных работ имелись признаки неблагоприятного для сельскохозяйственных культур водного режима, а именно: переувлажнение почв и застой поверхностных вод в понижениях, развитие процессов интенсивного вторичного заболачивания, возникновение и распространение сорной, болотной и древесно-кустарниковой растительности, снижение и потеря урожаев. Общее число переувлажненных понижений на объектах варьируется от 5 до 33, при этом размеры таких понижений могут быть значительными. Например, на объекте «Любиж» средняя площадь переувлажненного понижения достигала 0,28 га, а общая площадь понижений составляла 3,1 % площади

объекта. Хаотичный их разброс в границах полей создает проблемы и неудобства для сельскохозяйственной обработки, вследствие чего образуются постоянно увеличивающиеся в размерах контуры недопашек и очаги сорной, болотной и древесно-кустарниковой растительности. В частности, на исследуемых объектах реконструкции зарастание древесной и кустарниковой растительностью отмечено на площади 5,7 га («Налазы» и «Крапивенка») и 28,3 га («Лань»), что составляет соответственно 3,4 и 4,7 % площади мелиоративного объекта. Несколько иная ситуация наблюдается на объектах нового строительства, где площади под древесно-кустарниковой растительностью существенно больше и достигают 27 и даже 36 % площади объекта («Андеколово», уч. 3 и 4) (табл. 1, 2).

Таблица 2

Общая характеристика объектов исследования

Наименование мелиоративного объекта	Площадь объекта, га	Вид работ	Планируемое с/х использование
«Налазы» и «Крапивенка», СПК «Бродец» Березинского р-на Минской обл.	169,0	Реконструкция мелиоративных систем	159 га – луговые сенокосные, 10 га – прочие (каналы, дороги, пруды)
«Ректа», ОАО «Горецкое» Горецкого р-на Могилевской обл.	113,0	Новое строительство	113 га – пахотные
«Коммунист», уч. 2, ОАО «Агровидзы» Браславского р-на Витебской обл.	125,0	Реконструкция мелиоративных систем	120 га – пахотные, 5 га – прочие
«Любиж», СПК «Овсянка» Горецкого р-на Могилевской обл.	200,0	Новое строительство	197 га – пахотные, 3 га – прочие
«Азаровичи», УКСП «Совхоз-комбинат «Горки» Горецкого р-на Могилевской обл.	31,0	Новое строительство	17 га – пахотные, 13 га – луговые, 1 га – прочие

Наименование мелиоративного объекта	Площадь объекта, га	Вид работ	Планируемое с/х использование
«Лань», СПК «Морочь» Клецкого р-на Минской обл.	603,0	Реконструкция мелиоративных систем	533 га – луговые и сенокосные, 21 га – пашня, 49 га – прочие
«Андеколово», уч. 3, КСУП «Племзавод «Ленино» Горецкого р-на Могилевской обл.	100,0	Новое строительство	38,5 га – пашня, 59,9 га – луговые и сенокосные, 1,6 га – прочие
«Андеколово», уч. 4, КСУП «Племзавод «Ленино» Горецкого р-на Могилевской обл.	105,4	Новое строительство	104,2 га – пашня, 1,2 га – прочие

Состав проектных решений. Авторы проанализировали проекты нового мелиоративного строительства 2010–2012 гг. и проекты реконструкции мелиоративных систем 2008 и 2011 гг. При проектировании новых мелиоративных объектов и объектов реконструкции мелиоративных систем применялись различные варианты проектных решений по расположению осушительной сети, организации поверхностного стока и других инженерных мероприятий, по использованию технологических схем. Согласно проектам, в зависимости от почвенных и гидрологических особенностей объекта осушение земель предусмотрено выполнять систематическим пластмассовым дренажем в сочетании с различными мероприятиями по организации поверхностного стока с отводом избыточных вод самотечным способом. Отвод воды из регулирующей закрытой сети в водоприемник, а также перехват грунтовых и поверхностных вод, поступающих с прилегающего водосбора, осуществляется сетью запроектированных каналов (ниш). Гидравлический расчет каналов выполняется в соответствии с [2]. Параметры и типы крепления русел открытой сети назначаются из условия их устойчивости при пропуске расчетных расходов.

Закрытая регулирующая сеть проектируется из полиэтиленовых гофрированных труб диаметрами 63 и 90 мм, дренажные коллекторы – из пластмассовых гофрированных труб диаметрами 90, 110, 160 и 200 мм. Расстояния между регулирующими дренами определяются по методике А. И. Мурашко согласно РПИ-82, часть II, книга 1 (ТКП 45-3.04-8–2005). В местах постоянных вымочек и в замкнутых понижениях предусматривается сгущение закрытого дренажа в 1,5–2 раза. В дополнение к дренажу в замкнутых понижениях устраиваются колонки-поглотители поверхностного стока и колодцы-

поглотители. Минимальная глубина заложения дрен в минеральных грунтах 1,1 м, в торфяных с учетом осадки – 1,3 м. Минимальный уклон дрен на безуклонной поверхности принимается 0,001, а на остальных участках – в соответствии с уклоном поверхности [2, 3].

Для организации поверхностного стока на объекте наиболее широко применяются следующие мероприятия:

- автономный закрытый коллектор с колодцем-поглотителем;
- ложбины стока;
- открытые воронки;
- сгущение дренажной сети в понижениях;
- фильтрующая засыпка дрен в понижениях и тальвегах;
- планировка мелиорируемых земель (бульдозерная и длиннобазовым планировщиком);
- выводные борозды [4].

При устройстве прудов-копаней для предотвращения переувлажнения/затопления площадей вокруг них, а также для обеспечения благоприятного для сельскохозяйственных культур водного режима почв предусматривается регулирование уровня воды путем устройства сбросных коллекторов. Для имеющихся прудов-копаней планируется выполнение работ по их очистке, углублению и благоустройству прилегающей территории.

Сводка древесно-кустарниковой растительности производится путем выполнения таких операций, как:

- валка с корня деревьев с трелевкой, разделкой древесины, корчевкой пней, обивкой земли с них, перемещением пней в кучи и засыпкой подкоренных ям;
- расчистка площадей от редкого кустарника корчевателем-собирателем с перетряхиванием, сгребанием, перемещением в вал и дополнительным перетряхиванием;

- срезка надземной части кустарника;
- расчистка площадей от корневой системы кустарника корчевателем-собирателем после сводки густого кустарника мотокосом с перетряхиванием и сгребанием;
- погрузка и вывозка древесно-кустарниковой массы для складирования;
- грубая бульдозерная планировка, вспашка кустарниково-болотными плугами земель после кустарника с дискованием в четыре следа и выравниванием в два прохода;
- прикатывание торфяно-болотных почв;
- вспашка чистых сильно задернованных земель с дискованием в три следа и выравниванием в два прохода;
- фрезерование чистых закороченных земель на торфяных почвах в один след, вспашка кустарниково-болотными плугами с дискованием в два следа, выравниванием в два прохода и прикатыванием.

Состав технических решений (табл. 3), применяемых при строительстве и реконструкции мелиоративных систем, определяется почвенными и гидрогеологическими условиями, современным техническим состоянием элементов старой осушительной системы, а также планируемым сельскохозяйственным использованием осушенных почв [5–7]. Так, для ликвидации переувлажнения неглубоких (до 0,2 м) круглых и овальных обширных (площадью 0,1–5,0 га) понижений на дерновых временно избыточно увлажненных рыхлосупесчаных, подстилаемых с глубины до 0,5 м песком и моренным суглинком глубже 1,0 м почвах может использоваться существующая дренажная сеть с дополнением колодцами-поглотителями и колонками-поглотителями. При необходимости выполняется промывка дренажа. Как правило, эти меры дают ожидаемое улучшение водного режима (объект «Налазы» и «Крапивенка»).

Таблица 3

Состав технических решений и мероприятий

Наименование мелиоративного объекта	Технические решения и мероприятия			
	Гидротехнические	Организация поверхностного стока	Культуртехнические	Природоохранные
1	2	3	4	5
«Налазы» и «Крапивенка», СПК «Бродец» Березинского р-на Минской обл.	Закрытый дренаж (169 га), трубы-регуляторы (2), дренажные устья (36)	Открытые воронки (31), планировка поверхности	Сводка древесно-кустарниковой растительности (5,7 га), уборка камней	Пруды-отстойники (2), природоохранные прибрежные полосы (10,3 км)
«Ректа», ОАО «Горецкое» Горецкого р-на Могилевской обл.	Закрытый дренаж (26,4 км), смотровые колодцы (1), колодцы-поглотители (97), дренажные устья (11), сгущение дренажной сети в понижениях	Засыпка и раскрытие понижений (4 км), колодцы-поглотители, колонки-поглотители, открытые воронки (1), ложбины поверхностного стока (50 м), планировка поверхности	Сводка кустарника (2,5 га), вспашка и разделка пласта (113 га)	Сохранение растительного слоя
«Коммунист», уч. 2, ОАО «Агровидзы» Брагского р-на Витебской обл.	Закрытый дренаж (13,2 км), открытые каналы (0,14 км), дренажные устья (12)	Строительство воронок стока (14) и колонок-поглотителей (129), засыпка и раскрытие замкнутых понижений (22), срезка бугров, планировка поверхности	Сводка древесно-кустарниковой растительности, уборка камней	Пруд-копань
«Любиж», СПК «Овсянка» Горецкого р-на Могилевской обл.	Закрытый дренаж, открытые каналы (4,6 га)	Открытые воронки, колодцы-поглотители, засыпка и раскрытие замкнутых понижений, колонки-поглотители, выводные борозды	Сводка кустарника	Пруды-отстойники (3), сохранение растительного слоя

1	2	3	4	5
«Азаровичи», УКСП «Совхоз-комбинат «Горки» Горецкого р-на Могилевской обл.	Закрытый дренаж, дренажные устья (10)	Колонки-поглотители (18), колодец-поглотитель, ложбина стока, открытые воронки (2), планировка поверхности, открытые борозды	Сводка кустарника	Пруды-копани (3)
«Лань», СПК «Морочь» Клецкого р-на Минской обл.	Закрытый дренаж, дренажные устья (122), открытые каналы (1,7 км), труба-регулятор	Сгущение дренажа в замкнутых понижениях, срезка кавальеров, открытые воронки стока	Сводка кустарника (26,1 га), вспашка и разделка пласта (554 га)	Сохранение растительного слоя, пруды-отстойники (4), природоохранные прибрежные полосы
«Андеколово», уч. 3, КСУП «Племзавод «Ленино» Горецкого р-на Могилевской обл.	Открытые каналы (2,3 км), закрытый дренаж (43,2 км)	Колонки-поглотители, открытые воронки стока	Сводка кустарника (35,6 га), уборка камней, вспашка и разделка пласта (98,4 га)	Сохранение растительного слоя, пруды-отстойники (2)
«Андеколово», уч. 4, КСУП «Племзавод «Ленино» Горецкого р-на Могилевской обл.	Открытые каналы (2,0 км), закрытый дренаж (45,1 км)	Колонки-поглотители, колодцы-поглотители, засыпка и раскрытие замкнутых понижений	Сводка кустарника, вспашка и разделка пласта (104,2 га), уборка камней	Пруд-копань, сохранение растительного слоя

При локализации переувлажнения в виде овальных или сложной формы контуров площадью 0,1–1,0 га в нижних частях пологих склонов среди массивов дерново-подзолистых временно избыточно увлажненных супесчаных (часто рыхлосупесчаных) почв, подстилаемых моренным суглинком или слоистыми песчано-супесчаными отложениями, эффективна закладка в дополнение к существующему новому дренажу с устройством колодцев-поглотителей или колонок-поглотителей («Ректа»; «Коммунист», уч. 2; «Любиж»).

Осушение замкнутых межхолмных понижений глубиной 0,2–0,3 м со стоянием поверхностных вод в нижней их части, расположенных среди массивов дерново-подзолистых глееватых супесчаных и суглинистых почв, подстилаемых с глубины менее 1,0 м моренным суглинком, глубже – песчаными отложениями, может производиться путем устройства ложбин стока с выводом их через открытые воронки стока в существующие каналы («Ректа»; «Любиж»; «Азаровичи»).

При наличии на объекте глубоких (0,5–0,7 м) вытянутых понижений, расположенных в тальвегах и межхолмных понижениях на дерновых глееватых суглинистых почвах, подстилаемых мощными делювиальными суглинками, выполняются их засыпка и разравнивание с выводом в существующие каналы («Азаровичи»; «Анде-

колово», уч. 3). В обширных (0,5–5,0 га) плоских глубиной 0,3–0,5 м понижениях с зеркалом воды в нижней их части устраиваются дополнительный дренаж и при необходимости колодцы-поглотители, в некоторых случаях – ложбины стока («Коммунист», уч. 2; «Андеколово», уч. 3 и 4). Для осушения круглых и овальных понижений глубиной 0,2–0,5 м на дерново-подзолистых глееватых суглинистых почвах, подстилаемых с глубины 0,4–0,6 м моренным суглинком, могут применяться ложбины стока либо засыпка понижений местным грунтом («Азаровичи»; «Андеколово», уч. 3 и 4).

Неглубокие (0,2–0,3 м), часто замкнутые блюдцеобразные понижения, заполненные водой и расположенные среди дерново-подзолистых временно избыточно увлажненных и глееватых суглинистых почв на слоистых песчано-супесчаных отложениях, ликвидируются заложением дополнительного дренажа с водопоглощающими устройствами или устройством ложбин стока («Ректа»; «Азаровичи»). При наличии глубоких (0,8–1,0 м) понижений площадью до 1,0 га с застоем воды на иловато-глееватых супесчаных и суглинистых почвах, подстилаемых с глубины 0,6–0,8 м моренным суглинком, рекомендуется устраивать пруды-копани («Азаровичи»; «Андеколово», уч. 4). Глубокие (>1,0 м) обширные (0,5–5,0 га) понижения, заполненные водой, на торфяно- и тор-

фянисто-глеевых почвах, в том числе антропогенно преобразованных, подстилаемых с глубины 0,3–1,0 м глиной, супесью, песком, слоистыми отложениями, преобразуются в пруды-копани с выполнением комплекса дополнительных мероприятий (одиночные дрены, колодцы-поглотители, засыпка местным грунтом) («Налазы»; «Крапивенка»; «Лань»). Глубокие (>1,0 м) обширные (0,5–10,0 га) понижения, полностью заполненные водой и подтапливающие прилегающие территории, сформированные в углублениях среди массивов торфяных почв, развитых на осоково-гипновых торфах, подстилаемых песками, могут быть выведены из сельскохозяйственного использования для устройства экологических зон. В случае невозможности принятия такого решения устраи-

вают пруды-копани или прокладывают новые открытые каналы с комплексом дополнительных мероприятий («Налазы»; «Крапивенка»; «Лань») [8–10].

ВЫВОД

Выполнение запроектированных работ и мероприятий позволит существенно улучшить водный режим почв объектов нового мелиоративного строительства и реконструкции мелиоративных систем, а также обеспечить их эффективное сельскохозяйственное использование. При этом ожидается значительное увеличение урожайности сельскохозяйственных культур до 41–59 ц к. ед./га. Срок окупаемости капиталовложений составляет от 6 до 13 лет (табл. 4).

Таблица 4

Основные показатели экономической эффективности

Наименование мелиоративного объекта	Удельные капитальные вложения, тыс. руб./га	Урожайность сельскохозяйственных культур, ц к. ед./га		Получение дополнительной с/х продукции	Увеличение прибыли после реконструкции, разы	Срок окупаемости, лет
		до реконструкции	после реконструкции			
«Налазы» и «Крапивенка», СПК «Бродец» Березинского р-на Минской обл.	3331	6,80	41,00	Корма – 546 т к. ед., мясо – 41 т, молоко – 200 т	7,74	13,0
«Ректа», ОАО «Горецкое» Горецкого р-на Могилевской обл.	2986	20,00	49,00	Зерно – 103 т, корма – 202 т к. ед., мясо – 15 т, молоко – 76 т	4,42	7,5
«Коммунист», уч. 2, ОАО «Агровидзы» Браславского р-на Витебской обл.	2630	7,00	48,00	Корма – 400 т, мясо – 30 т, молоко – 148 т	9,90	6,0
«Любиж», СПК «Овсянка» Горецкого р-на Могилевской обл.	4129	24,00	59,20	Корма – 536 т к. ед., зерно – 139 т, мясо – 21 т, молоко – 333 т	3,80	10,2
«Азаровичи», УКСП «Совхозкомбинат «Горки» Горецкого р-на Могилевской обл.	4728	22,00	50,00	Корма – 101 т к. ед., зерно – 2 т, мясо – 7,6 т, молоко – 36,3 т	3,70	11,4
«Лань», СПК «Морочь» Клецкого р-на Минской обл.	2812	11,90	43,50	Корма – 1749 т к. ед., мясо – 131 т, молоко – 635 т	4,50	6,0
«Андеколово», уч. 3, КСУП «Племзавод «Ленино» Горецкого р-на Могилевской обл.	6425	4,27	52,00	Корма – 74 т к. ед., мясо – 4,0 т, молоко – 27,3 т	4,10	11,6
«Андеколово», уч. 4, КСУП «Племзавод «Ленино» Горецкого р-на Могилевской обл.	6289 (01.12.2011)	15,40	58,90	Корма – 438 т к. ед., мясо – 35,4 т, молоко – 204,3 т	4,30	11,7

ЛИТЕРАТУРА

1. **Государственная** программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011–2015 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.08.2010 № 1262 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2010. – № 214. – С. 16.

2. **Мелиоративные** системы и сооружения. Нормы проектирования: ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). – Минск, 2006. – 105 с.

3. **Реконструкция** осушительных систем. Правила проектирования: ТКП 45-3.04-177-2009 (02250). – Минск, 2010. – 54 с.

4. **Проектирование** и возведение мелиоративных систем и сооружений: П 1–98 к СНиП 2.06.03–85. – Минск, 1999. – 85 с.

5. **Принципальные** подходы к осушению переувлажненных понижений при реконструкции мелиоративных систем на минеральных землях Белорусского Поозерья / Г. В. Соколовский [и др.] // Водное хозяйство и гидротехническое строительство. – 2010. – Вып. 22. – С. 53–70.

6. **Принципы** типизации понижений на мелиорированных минеральных землях в условиях низменных озерно-ледниковых ландшафтов / А. В. Высоченко [и др.] // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – № 2 (56). – С. 57–67.

7. **Применение** экологических мероприятий при реконструкции мелиоративных систем в условиях Белорусского Поозерья / П. М. Богославчик [и др.] // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3 – С. 41–45.

8. **Мелиорация** и рациональное использование переувлажненных минеральных земель Нечерноземья России и Беларуси / под ред. А. П. Лихацевича, Н. Г. Ковалева, Б. М. Кизяева. – Минск; Москва: ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2009. – 498 с.

9. **Влияние** осушения и агро-мелиоративных мероприятий на морфологию и микро-морфологию минеральных почв / Ж. А. Капилевич, А. В. Высоченко // Мелиорация. – 2009. – № 1 (61). – С. 143–157.

10. **Мелиорация:** энцикл. справ. / под общ. ред. А. И. Мурашко. – Минск: Белор. Сов. Энцикл., 1985. – 567 с.

Council of Ministers of the Republic of Belarus. *Natsional'nyi Reestr Pravovykh Aktov Respubliki Belarus'* [National Register of Legal Acts of the Republic of Belarus], 2010, No 214, p. 16 (in Russian).

2. **ТКП 45-3.04-8-2005 (02250).** Reclamation Systems and Facilities. Design Standards. Minsk, 2006. 105 p. (in Russian).

3. **ТКП 45-3.04-177-2009 (02250).** Reconstruction of Drainage System. Design Norms. Minsk, 2010. 54 p. (in Russian).

4. **Designing** and Construction of Reclamation Systems and Facilities. Benefit P 1–98 to SNiP 2.06.03–85. Minsk, 1999. 85 p. (in Russian).

5. **Sokolovsky, G. V.,** Seleznev, V. I., Linkevich, N. N., Vysochenko, A. V., & Kapilevich, Zh. A. (2010) Principal Approaches to drainage of Low-Country Wetlands While Reconstructing Reclamation Systems on Mineral Belarusian Pooserje Lands. *Vodnoe Khoziaistvo i Gidrotekhnicheskoe Stroitel'stvo* [Water Resources Policy and Water Engineering], Issue 22, 53–70 (in Russian).

6. **Vysochenko, A. V.,** Kapilevich, Zh. A., Klevets, E. E., & Khovrov, Iu. V. (2006) Principles of Low-Country Type-Designs on Reclaimed Mineral Lands Under Conditions of Low-Land Lake Glacial Landscapes. *Melioratsia Pereuvlazhnykh Zemel* [Reclamation of Waterlogged Lands], 2 (56), 57–67 (in Russian).

7. **Bogoslavchik, P. M.,** Seleznev, V. I., Vysochenko, A. V., & Kapilevich, Zh. A. (2009) Application of Ecological Measures While Reconstructing Reclamation Systems Under Conditions of the Belarusian Pooserje. *Stroitel'naya Nauka i Tekhnika* [Construction Science and Technology], 3, 41–45 (in Russian).

8. **Likhatsevich, A. P.,** Kovaleva, N. G., Kizyaev, B. M. (2009) *Reclamation and Rational use of Waterlogged Mineral Lands in Nonblack Soil Zone of Russia and Belarus.* Minsk; Moscow, GNU VNIIGIM Russian Agricultural Academy. 498 p. (in Russian).

9. **Kapilevich, Zh. A.,** & Vysochenko, A. V. (2009) Influence of Drainage and Agro-Reclamation Measures on Morphology and Micro-Morphology of Mineral Soils. *Melioratsiya* [Reclamation], 1 (61), 143–157 (in Russian).

10. **Murashko, A. I.** (1985) *Reclamation: Encyclopedic Reference Book.* Minsk, Belarusian Soviet Encyclopedia. 567 p. (in Russian)

Поступила 14.01.2014

REFERENCES

1. **State** Programme on Conservation and Use of Reclaimed Agricultural Land for 2011–2015. Resolution of the

УДК 004.414.23:693.554.1

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВАРНОГО КРЕСТООБРАЗНОГО СОЕДИНЕНИЯ*

Асп. КУЗНЕЦОВА В. В.

Белорусский государственный университет транспорта

E-mail: kyznika@gmail.com

Проведено моделирование нестационарных процессов при дуговой сварке в среде защитного газа крестообразных соединений, состоящих из арматуры различных диаметров. Рассмотрены изменения и особенности напряженно-деформированного состояния в крестообразном соединении. Расчеты максимально

* Работа выполнена в рамках гранта Министерства образования Республики Беларусь № 20140426.