

УДК 502/504: 624.13:631.445.12

А.М. СИЛКИН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Н.Ф. ЖАРНИЦКАЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет», г. Иваново, Российская Федерация

Т.В. НЕКРАСОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТОРФОВ В ОСНОВАНИЯХ СЕТЕВЫХ СООРУЖЕНИЙ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Вопросы использования торфяных залежей в качестве естественного основания сооружений мелиоративных систем всё ещё остаются актуальными, особенно в части расчетного обоснования совместной их работы с сооружениями. Исследования физико-механических свойств торфов показывают, что торф в его естественном состоянии можно использовать в качестве основания сетевых сооружений. Вопрос заключается в том, чтобы достоверно определить ожидаемую величину осадки сооружений (уплотнение торфов). Для этого необходимо выбрать расчетную модель торфяного основания. Многолетние исследования позволили установить, что картина деформируемости под жестким штампом при постепенно возрастающей нагрузке у всех торфов одинакова. Она складывается из одних и тех же фаз (1 – уплотнение с перемещением твердых частиц в зоне под штампом только вертикально вниз; 2 – уплотнение и срез каркаса по периметру штампа с перемещением твердых частиц только вертикально вниз; 3 – катастрофический срез каркаса, выдавливание из него в зоне, находящейся под штампом, вместе с водой гумуса и его боковое расширение, но с продолжающимся уплотнением; 4 – разрушение каркаса и выдавливание его из-под штампа). Но каждой фазе соответствует определенный интервал нагрузок, зависящий от физического состояния торфов. С ростом степени разложения неосушаемых торфов интервалы нагрузок, соответствующие тем или иным фазам, уменьшаются. Некоторые фазы могут быть совершенно незаметными (например, в зависимости от соотношения мощности торфа и размеров штампа). Кроме того, торф имеет хорошую распределительную способность – не меньшую, чем минеральный грунт. Всё это свидетельствует о том, что осадку сетевых гидротехнических сооружений на торфяных грунтах целесообразно определять, используя результаты компрессионных испытаний. Верхней границей сжимаемой толщи является подошва сооружения. Нижней границей сжимаемой толщи торфов основания является минеральный грунт, подстилающий торфяную залежь. Для расчета ожидаемой осадки сооружения строят расчетную схему, на которой, в частности, показывают эпюру природных и дополнительных (сжимающих) напряжений.

Торф, торфяная залежь, физико-механические свойства, сетевые сооружения, осадка сооружения, расчетная модель торфяного основания, фазы деформируемости, гумус, степень разложения, минеральный грунт, распределительная способность, компрессионные испытания, сжимаемая толщина, эпюры напряжений.

Введение. В течение многих лет при освоении торфяных залежей для сельскохозяйственного использования конструкция и технология устройства гидромелиоративных систем в целом, а также их сетевых сооружений в результате внедрения достижений научно-исследовательских работ по изучению различ-

ных свойств торфов совершенствовались и улучшались.

На заре развития гидромелиорации строились деревянные, а затем железобетонные, на сваях, сетевые сооружения, что оказалось неэффективным. Торфяное основание «отрывалось» от подошвы сооружения, при необходимости перекрыть пропуск

воды по каналу не удавалось, и вода шла под подошвой сооружения. Поэтому от сооружений на сваях отказались.

Сетевые сооружения, такие, как трубчатые регуляторы с переездом, было предложено строить на так называемых разгрузочных плитах, укладываемых на торфяное основание под каждое звено труб. Однако их эффективность оказалась невысокой. Затем регуляторы доковой конструкции, одно- и двухчковые трубчатые регуляторы с переездом стали строить непосредственно на торфяном основании, но с обязательным предварительным уплотнением торффов. Предварительное уплотнение осуществлялось пригрузочными насыпями. Для ускорения уплотнения торффов под пригрузочной насыпью устраивались песчаные вертикальные дрены.

Используя опыт промышленно-гражданского строительства, предложили строить сетевые сооружения на песчаных подушках, опирающихся на минеральный грунт болот. Такие сооружения были устойчивыми, но их стоимость значительно возрастала.

Прогресс в изучении физико-механических свойств торффов показал, что торф в его естественном состоянии можно использовать в качестве основания сетевых сооружений, усовершенствовав ранее созданные конструкции. Конструкция такого сооружения приведена на рисунке 1. Задача заключалась в том, чтобы достоверно определить ожидаемую осадку сооружения (уплотнение торффов), для чего нужно выбрать расчетную модель торфяного основания.

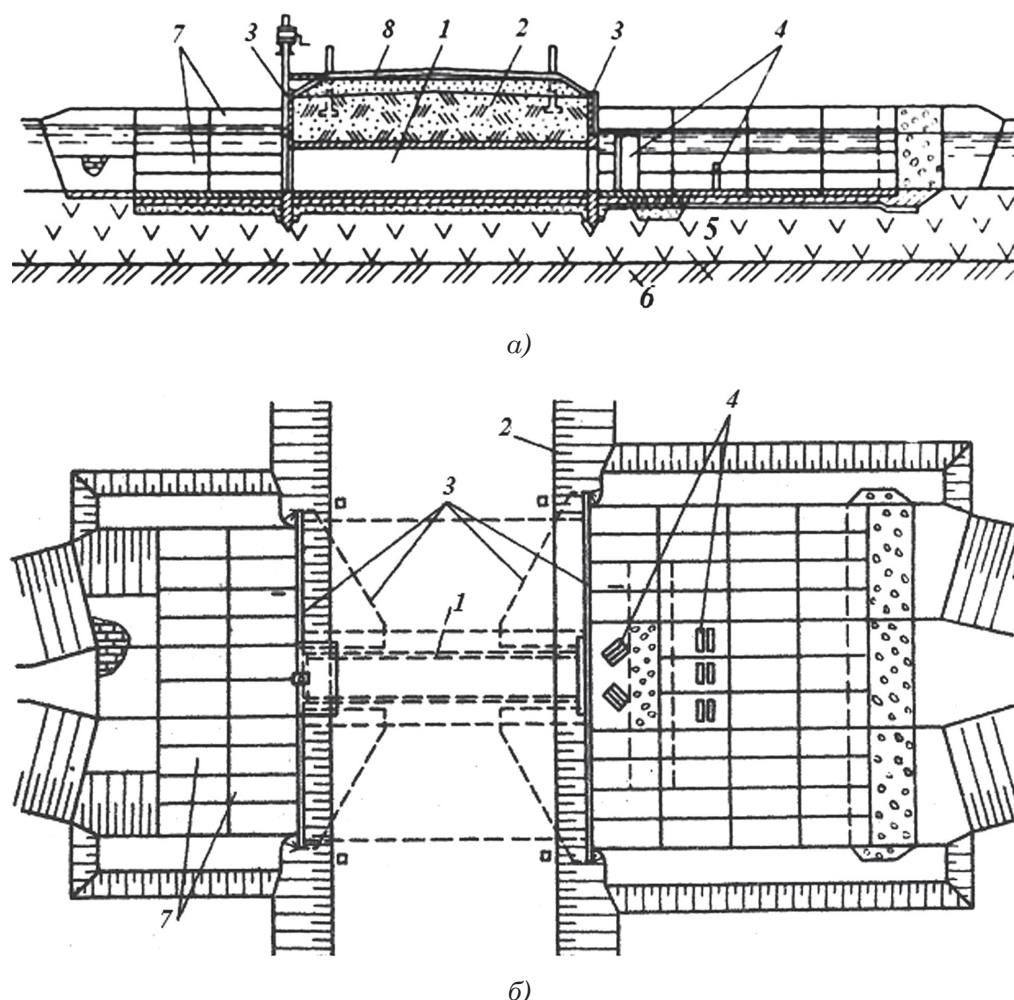


Рис. 1. Принципиальная конструктивная схема регулятора с переездом, имеющего жёсткую неразрезную водопроводящую часть с дорожной насыпью в подпорных стенах:

- а) – продольный разрез; б) – план; 1 – водопроводящая часть (труба);
- 2 – дорожная насыпь; 3 – подпорные стенki-оголовки;
- 4 – водоотводящая часть с гасителями; 5 – торфяное основание;
- 6 – грунт минерального дна болота; 7 – водоподводящая часть

Отмечено [1], что деформирование торфяного основания под фундаментами не соответствует какой-либо известной модели грунтового основания, но наиболее близко подходит винклеровская модель.

Многолетние исследования, проводимые на кафедре оснований и фундаментов МГМИ (затем – МГУП), позволили деформируемость торфов под жесткими фундаментами с плоской подошвой при постепенно возрастающей нагрузке разделить на четыре фазы: 1 – уплотнение с перемещением твердых частиц в зоне под штампом только вертикально вниз; 2 – уплотнение и срез каркаса по периметру штампа с перемещением твердых частиц только вертикально вниз; 3 – катастрофический срез каркаса, выдавливание из него в зоне, находящейся под штампом, вместе с водой гуса и его боковое расширение, но с продолжающимся уплотнением; 4 – разрушение каркаса и выдавливание его из-под штампа.

Методы исследования. Картина деформируемости под жестким штампом при постепенно возрастающей нагрузке у всех торфов одинакова. Она складывается из одних и тех же фаз, но каждой фазе соответствует определенный интервал нагрузок, зависящий от физического состояния торфов. Например, с ростом степени разложения неосушаемых торфов интервалы нагрузок, соответствующие тем или иным фазам,

уменьшаются. Некоторые фазы могут быть совершенно незаметными. Они могут быть незаметными и в зависимости от соотношения мощности торфа и размеров (ширины или диаметра) штампа. Так, при соотношении менее единицы первая фаза практически совмещается со второй, третья – с четвертой.

Схема деформируемости торфяного основания в процессе его нагружения, зафиксированная визуально и инструментально в одном из полевых опытов, показана на рисунке 2. (Рисунки соответствуют: первой фазе – 2, б, в; второй фазе – 2, г; третьей фазе деформирования – 2, д, е.)

Следует отметить, что до степени разложения 45% торфы неосушаемых болот под жесткими штампами четвертой стадии деформирования не имеют. Осадка штампа на всех имеющихся стадиях деформирования при постепенно возрастающей, равномерно распределенной нагрузке равномерная. Поэтому при устройстве гидротехнических сооружений на торфяных основаниях можно допускать все три возможных стадии их деформирования.

Как следует из рисунка 2, внешне деформируемость торфов в основании под жестким фундаментом с плоской подошвой соответствует винклеровской модели. Отсюда ошибочный вывод: торф не обладает распределительной способностью.

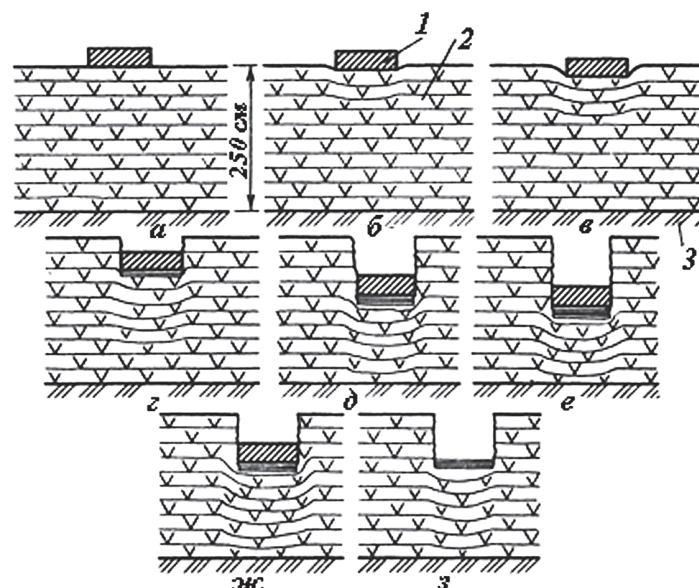


Рис. 2. Схема деформируемости торфяного основания под жестким крупноразмерным штампом в процессе нагружения и разгрузки:

а – нагрузка не приложена; б...е – под нагрузкой;
ж...з – после разгрузки; 1 – плита-штамп;

2 – торфяное основание; 3 – грунт минерального дна болота

Исследования напряженного состояния, проведенные в Белоруссии [2, 3], в Калининском (ныне Тверском) политехническом институте [4], свидетельствовали о том, что торф обладает распределительной способностью. Это хорошо прослеживается на рисунке 3: с глубиной напряжения от нагрузки под плоским штампом уменьшаются, что может быть только в случае, если нагрузка распределяется по большей площади, чем площадь плоского штампа.

Недостатком вышеназванных исследований является то, что штампы имели небольшие размеры. Кафедра оснований и фундаментов МГМИ (МГУП) проводила исследования, применяя крупноразмерные штампы.

Результаты исследований. То, что торф имеет хорошую, распределительную способность, не меньшую, чем минеральный грунт, хорошо иллюстрируется рисунком 4, полученным по результатам исследований

напряженного состояния торфов в основании штампа 100×460 см. Кроме того, в работах [2, 4, 5] показано, что торф следует рассматривать как линейно-деформируемый массив.

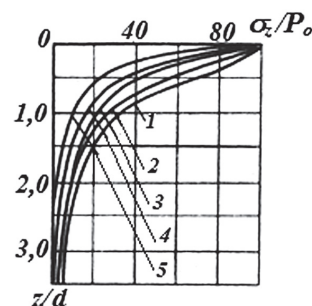


Рис. 3. Эпюры вертикальных напряжений (по Миронову) под центром жесткого штампа диаметром $d = 80$ см:

1 – теоретическая; 2, 3, 4, 5 – натурные от нагрузок 0,1; 0,075; 0,05 и 0,02 МПа;

z – расстояние по вертикали (глубина) от подошвы штампа до рассматриваемой точки

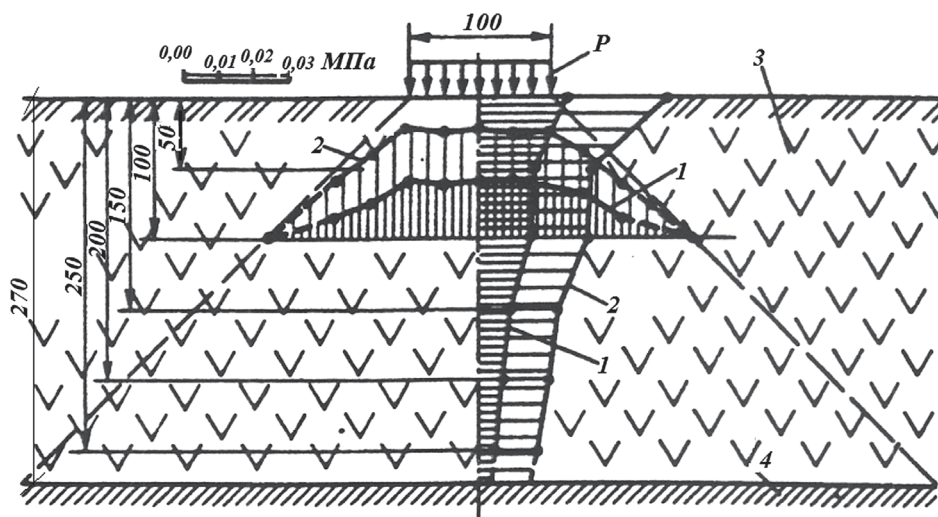


Рис. 4. Экспериментальные эпюры общих вертикальных напряжений в торфяном основании жесткого крупноразмерного штампа:

1 – при $P = 0,024$ МПа; 2 – при $P = 0,052$ МПа; 3 – торф;

P – интенсивность внешней нагрузки, см

Учитывая всё вышесказанное, осадку сетевых гидротехнических сооружений целесообразно определять, используя результаты компрессионных испытаний, по формуле:

$$S = \sum [(e_{oi} - e_i) / (1 + e_{oi})] \cdot h_i \quad (1)$$

где e_{oi} – коэффициент пористости i -го расчетного слоя торфяного основания при природном напряжении; e_i – коэффициент пористости торфа i -го расчетного слоя при напряжении, которое возникает в нём (в слое) после строительства сооружения; h_i – толщина i -го расчетного слоя, см.

Верхней границей сжимаемой толщи является подошва сооружения. Нижней границей сжимаемой толщи торфов основания является минеральный грунт, подстилающий торфяную залежь.

Для расчета ожидаемой осадки сооружения, как известно, строят расчетную схему, на которой, в частности, показывают эпюру природных и дополнительных (сжимающих) напряжений. Для более точного построения эпюры (определения ординат) сжимающих напряжений толщу грунтов основания разбивают на расчетные слои.

Известно, что теория линейно-деформируемых тел позволяет определить напряжение от внешней нагрузки только в грунтах, находящихся в стабилизированном состоянии, т.е. в грунтах, в которых процесс уплотнения после их нагружения закончился. Однако при расчете осадок грунт основания разбивают на расчетные слои толщиной h_p , когда он (грунт) еще находится в естественном (природном) состоянии и нагрузка на него еще не передавалась. Но после строительства сооружения, т.е. после передачи на грунт основания нагрузки, он уплотняется и толщина каждого расчетного слоя, естественно, уменьшается, а следовательно, расстояние от подошвы фундамента (сооружения), например, до нижней границы соответствующего расчетного слоя, также уменьшается, границы слоев перемещаются вниз. Если в основаниях, сложенных минеральными грунтами, эти перемещения относительно малы и на них не обращают внимания (не учитывают), то в основаниях, сложенных торфами, ими пренебрегать, по нашему мнению, нельзя.

На рисунке 5 изображено положение расчетных слоев до нагружения торфяного основания и после нагружения, когда уплотнение торфов закончилось. Там же показаны эпюры сжимающих напряжений, построенные в соответствии с указаниями СП 22.13330.2011.

В качестве примера взяли сооружение с плоской подошвой шириной 1 м, средне-контактное напряжение по подошве – 100 кПа, мощность торфов основания – 2 м, степень разложения торфов – 30%, с начальным коэффициентом пористости 11. В таблице 1 приведены результаты расчета по определению численных значений сжимающих напряжений на границах расчетных слоев и численных значений сжатия слоев.

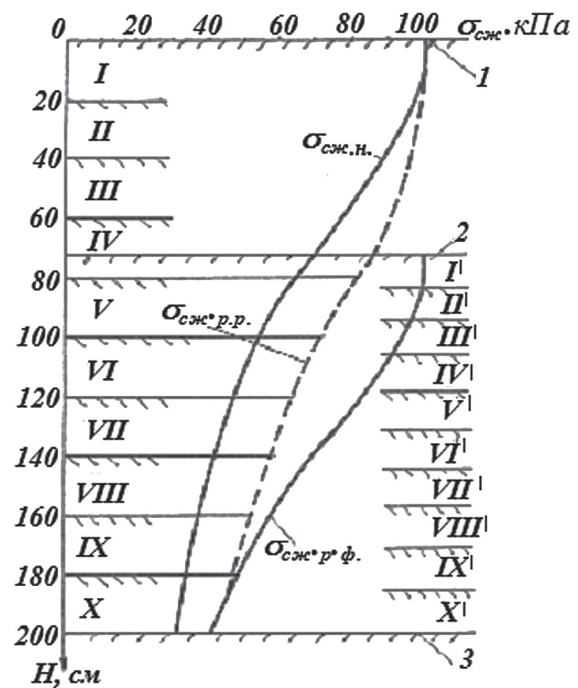


Рис. 5. Эпюры сжимающих напряжений и положения границ расчетных слоев:

- $\sigma_{сж.н.}$ – начальная расчетная эпюра сжимающих напряжений;
- $\sigma_{сж.р.ф.}$ – реальная (фактическая) эпюра сжимающих напряжений;
- $\sigma_{сж.р.р.}$ – реальная расчетная эпюра сжимающих напряжений (это эпюра $\sigma_{сж.р.ф.}$ «растянутая» на первоначальные границы расчётных слоёв);
- 1 – плоскость (поверхность) торфяного основания до нагружения;
- 2 – то же после нагружения и стабилизации; 3 – минеральное дно;
- I, II, III ... X – номера и положение расчетных слоев до нагружения;
- I', II', III' ... X' – то же после нагружения при условно полной стабилизации торфяного основания;
- H – мощность торфов основания

Таблица 1

Пример расчёта напряжённо-деформированного состояния торфов основания

№ расчетного слоя	До строительства сооружения		После строительства сооружения			Расхождения в напряжениях, %
	h_p , см	$\sigma_{сж}$ на границе слоев, кПа	Сжатие расчетных слоев S_j , см	h_p , см	$\sigma_{сж'}$ кПа	
Конт.	-	100	-	-	100	-
1	20	98	8,3	11,7	99	1
2	20	88	8,1	11,9	96	9
3	20	76	7,4	12,6	90	18
4	20	64	7,0	13,0	82	28
5	20	55	6,5	13,5	74	35
6	20	48	6,0	14,0	66	38
7	20	42	5,6	14,4	58	38
8	20	37	5,3	14,7	53	43
9	20	34	4,9	15,1	47	38
10	20	31	4,8	15,2	41	32

Как следует из рисунка 5 и таблицы, в результате сжатия торфов на границах слоев сжимающие напряжения, которые сформировались и реально уплотнили торф (в первом приближении), существенно больше, чем напряжения, по которым рассчитывают значения осадки фундаментов. Сжимающие напряжения, рассчитанные по действующим рекомендациям СП 22.13330.2011, являются лишь начальными сжимающими напряжениями. Реальными, истинными сжимающими напряжениями на границах расчетных слоев являются напряжения, сформировавшиеся к моменту полной стабилизации, полного уплотнения торфов основания. При этих напряжениях и следует производить расчет осадки сооружений (на рисунке 5 их эпюра изображена пунктиром).

Выводы

Расчет осадок сетевых гидротехнических сооружений, уложенных непосредственно на естественное торфяное основание, целесообразно производить в следующем порядке.

На расчетной схеме показывают разбивку торфяного основания в его естественном состоянии на элементарные (расчетные) слои.

Определяют сжимающие (от веса сооружения) напряжения на границах элементарных слоев $\sigma_{сж\ n}$, наносят ординаты напряжений на расчетную схему.

Определяют сжатие и толщину после сжатия каждого элементарного слоя.

Начиная снизу, откладывают толщину элементарных слоев после сжатия, тем самым наносят на расчетной схеме реальное в первом приближении положение границ элементарных слоев после их сжатия.

При новом положении границ элементарных слоев определяют реальные в первом приближении сжимающие напряжения. Строят новую эпюру и «растягивают» её на границы элементарных слоев до их нагружения в естественном состоянии торфов основания (эпюра $\sigma_{сж\ p.p.}$ на рисунке 5).

При новых значениях ординат эпюры сжимающих напряжений определяют сжа-

тие и толщину после сжатия каждого элементарного слоя, и далее – по п.п. 4...6.

Библиографический список

1. Коновалов П.А. Устройство фундаментов на заторфованных грунтах. М.: Транспорт, 1980. 160 с.
2. Дрозд П.А., Ковальчук П.С., Сельченок В.П. О методике экспериментального изучения напряжений в грунтах // Сб. «Основные результаты, научно-исследовательская работа института за 1957 г. БелНИИ мелиорации и водного хозяйства». Минск, 1958.
3. Дрозд П.А. Сельскохозяйственные дороги на болотах. Минск: «Урожай», 1966. 167 с.
4. Миронов В.А. Анализ напряженно-деформированного состояния торфяных грунтов: Кандидатская диссертация. Калинин, 1974.
5. Дрозд П.А., Рубин А.П. Прочность и деформации низинной торфяной залежи при статических нагрузках / Сб. «Осушение и использование торфяно-болотных почв». Минск: Изд-во АН БССР, 1962. С. 296-317.

Материал получен редакцией 04.02.2017 г.

Сведения об авторах

Силкин Александр Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Основания и фундаменты, строительство и экспертиза объектов недвижимости» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Москва, ул. Большая Академическая, д. 44; тел.: 8-(916)-510-43-64.

Жарницкая Надежда Фёдоровна, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 153000, Ивановская область, г. Иваново, пр. Шереметевский, д. 7; e-mail: knopdy@mail.ru.; тел.: 8-(929)-648-09-27.

Некрасова Татьяна Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Основания и фундаменты, строительство и экспертиза объектов недвижимости» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Москва, ул. Большая Академическая, д. 44; e-mail: nectavi@mail.ru; тел.: 8-(915)-042-81-48.

A.M. SILKIN

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

N.F. ZHARNITSKAYA

Federal state budgetary educational institution of higher education «Ivanovo state chemical-technological university», Ivanovo, Russian Federation

T.V. NEKRASOVA

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

DEFLECTED MODE OF PEATS IN THE BASES OF NETWORK CONSTRUCTIONS OF HYDRAULIC SYSTEMS

Problems of peat deposits usage as a natural basis of structures of reclamation systems still remain actual, especially regarding rated justifications of their joint work with structures. Research of physical-mechanical properties of peats show that peat in its natural condition can be used as the basis of network constructions. The problem is to properly determine the expected size of settlement of structures (compaction of peat). And for this purpose it is necessary to choose a calculated model of peat basis. Long-term research allowed establishing that the deformability picture under a rigid stamp at a gradually increasing loading is identical for all peats. It is made of the same phases (1 – compaction with movement of solid particles in the zone under the stamp only vertically down; 2 – compaction and cut of the structure along on the stamp perimeter with movement of solid particles only vertically down; 3 – a catastrophic cut of the structure, extrusion from it in the zone under the stamp together with the humus water and its side expansion but with the continuing compaction; 4 – destruction of the structure and its extrusion from under the stamp). However the certain interval of loadings corresponds to each phase depending on the peat physical condition. With the growth of decomposition degree of undrained peats the loading intervals corresponding to these or those phases decrease. Some phases can be quite unnoticeable (for example, depending on a ratio of the peat power and stamp sizes). Besides, peat has a good distributive ability – as much as a mineral soil. All this indicates that on the peat soil it is feasible to determine settlement of network hydraulic engineering constructions using results of compression tests. The upper boundary of the compressed thickness is the construction base. The lower boundary of the compressed thickness of peat of the basis is the mineral soil underlying a peat deposit. For calculation of the expected settlement of the structure a rated scheme is built on which, in particular, the diagram of natural and additional (compressing) stresses is shown.

Peat, peat deposit, physical-mechanical properties, network constructions, construction settlement, calculated model of peat basis, deformability phases, humus, degree of decomposition, mineral soil, distributive ability, compression tests, compressed thickness, diagrams of tensions.

References

1. Konovalov P.A. Ustroistvo fundamentov na zatorfovannyh gruntah. M.: Transport, 1980. 160 s.
2. Drozd P.A., Kovaljchuk P.S., Seljchenok V.P. O metodike experimentaljnogo izucheniya napryazhenij v gruntah // Sb. «Osnovnnye resuljtaty, nauchno-issledovateljskaya rabota institute za 1957 g. BelNII melioratsii I vodnogo hozyajstva». Minsk, 1958.
3. Drozd P.A. Seljskohozyajstvennyye dorogi na bolotah. Minsk: «Urozhaj», 1966. 167 s.
4. Mironov V.A. Analiz napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya torfyanyh gruntov: Kandidatskaya dissertatsiya. Kalinin, 1974.
5. Drozd P.A., Rubin A.P. Prochnostj i deformatsii nizinnoj torfyanoj zalezhi pri staticheskikh

nagruzkah // Sb. «Osushenie i ispoljzovanie torfyano-bolotnyh pochv». Minsk: Izd-vo AN BSSR, 1962. S. 296-317.

The material was received at the editorial office
04.02.2017

Information about the authors

Silkin Alexander Mikhailovich, doctor of technical sciences, professor of the chair «Bases and foundations, building and expertise of real property» FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev, 127550, Moscow, ul. Boljshaya Akademicheskaya, d. 44; tel.; 8-(916)-510-43-64.

Zharnitskaya Nadezhda Fedorovna, senior lecturer FSBEI HE «Ivanovo state chemical-technological university», 153000, Ivano-

vskaya region, Ivanovo, pr. Sheremetevsky, d. 7; e-mail: knopdy@mail.ru.; тел.: 8-(929)-648-09-27.

Nekrasova Tatyana Victorovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair «Bases and foundations, building

and expertise of real property» FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev, 127550, Moscow, ul. Boljshaya Academicheskaya, d. 44; e-mail: nectavi@mail.ru; tel.: 8-(915)-042-81-48.

УДК 502/504:551.5:633.49

Д.Н. ИГНАТЕНКО

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Северное УГМС»), г. Архангельск, Российская Федерация

В.Е. ПУТЫРСКИЙ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

ИЗУЧЕНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ РФ В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ (НА ПРИМЕРЕ ХОЛМОГОРСКОГО РАЙОНА)

Статья содержит исследование, данные наблюдений метеорологической станции М-2 Холмогоры Северного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Сделан вывод о трансформации агроклиматических показателей: уменьшении глубины промерзания, увеличении продолжительности вегетационного периода и сумм эффективных и активных температур, увеличении количества осадков за вегетационный период, снижении риска повреждений заморозками сельскохозяйственных растений. Изменившиеся агроклиматические условия благоприятно влияют на выращивание картофеля. Масса клубней под одним кустом возросла более чем в половину – на 62%. Урожайность картофеля составила 276 ц/га (1975-1984 гг.) и 343 ц/га (2005-2014 гг.), т.е. увеличилась на 24%. Для достижения высоких урожаев картофеля в северных широтах ЕТР в современных климатических условиях рекомендовано использовать качественный семенной материал для эффективных сортообновления и сортосмены; выбирать способ обработки почвы и способ посадки с учетом возможного переувлажнения почвы; базироваться на метеорологических прогнозах и консультациях агрометеорологов о лучших сроках посадки и уборки картофеля; реагировать на сложившиеся метеорологические условия, что поможет минимизировать потери урожая ввиду болезней, вредителей и невозможности своевременного проведения необходимых полевых работ.

Агрометеорология, климат, мониторинг окружающей среды, региональные факторы, вегетационный период, оптимизация сельскохозяйственного производства.

Введение. Сельскохозяйственное производство в России по использованию территории отстает от развитых стран ЕС в 2-3 раза. Преобладающая часть неиспользованных агроклиматических ресурсов относится к Нечерноземной зоне РФ [1].

Архангельская область является крупнейшей областью не только в Европейской части России (ЕТР), но и в целом в Европе. Площадь Архангельской области (589913 км²) больше площади крупнейших европейских стран: Украины (576388 км²), Франции (547030 км²) и Испании (504782 км²).

Сельское хозяйство Архангельской области имеет ярко выраженную специализацию. Основной объем валовой продукции приходится на долю отраслей животновод-

ства. Растениеводство представлено такими товарными структурами, как картофелеводство и овощеводство. Главные сельскохозяйственные районы расположены на юге области.

Перспективным направлением совершенствования всей системы земледелия области является обеспечение потребности населения в продовольственном картофеле за счет местного производства. Для производства картофеля в Архангельской области есть все необходимые агроклиматические условия: низкий инфекционный фон, глубокое промерзание почвы в зимний период, которое способствует очищению её от возбудителей болезней и вредителей, продолжительный световой день, создающий благо-