



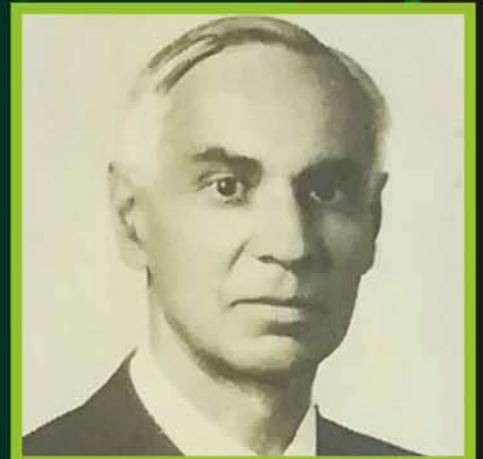
Научный журнал

Восточно-Европейского института торфяного дела
Тверского государственного технического университета



№25 (78) 2022

ТРУДЫ ИНСТОРОФА



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Восточно-Европейский институт торфяного дела
Тверского государственного технического университета

ТРУДЫ ИНСТОРФА

Научный журнал

Издается с апреля 1922 года
Выходит два раза в год

№ 25 (78)
январь–июнь 2022 г.

Тверь
2022

УДК 622.331(05)
ББК 26.343.4я5

Труды Инсторфа: научный журнал. № 25 (78)
(январь–июнь 2022 г.). Тверь: ТвГТУ, 2022. 50 с.

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Тверской
государственный технический университет»

Главный редактор

проф., д. ф.-м. н.

Андрей Викторович Твардовский

Научный редактор

акад. НАНБ, д. т. н. И.И. Лиштван

Редакционный совет:

проф., д. э. н. Г.А. Александров;

проф., д. т. н. А.Н. Васильев;

проф., д. т. н. В.И. Горячев; проф., д. т. н. Н.В. Гревцев;

чл.-корр. РАН, д. с-х. н. Л.И. Инишева;

проф., д. т. н. Б.Ф. Зюзин (зам. научного редактора);

проф., д. т. н. А.В. Кондратьев;

проф., д. х. н. Ю.Ю. Косивцов;

проф., д. т. н. В.И. Косов; проф., д. б. н. О.Л. Кузнецов;

проф., д. г. н. Б.В. Курзо;

проф., д. б. н. Е.Д. Лапшина;

проф., д. т. н. Б.И. Масленников;

проф., д. т. н. А.В. Михайлов;

проф., д. т. н. В.А. Миронов;

проф., д. т. н. Б.В. Палюх; проф., д. т. н. В.Г. Селеннов;

проф., д. т. н. В.Ф. Синицин; д. б. н. А.А. Сирин;

проф., д. х. н. Э.М. Сульман; д. б. н. Т.К. Юрковская;

доц., д. т. н. А.Л. Яблонев

Редакционная коллегия:

проф., д. т. н. С.Н. Гамаюнов;

проф., д. т. н. Ю.Н. Женихов;

доц., д. т. н. О.С. Мисников;

доц., д. г. н. В.В. Панов (зам. главного редактора);

доц., д. т. н. К.В. Фомин

Секретарь редакционной коллегии

к. т. н. А.Е. Тимофеев

Технический редактор к. т. н. В.В. Кузовлев

Свидетельство о регистрации

Эл № ФС 77-41964 выдано 9.09.2010 г.

Роскомнадзор

Редактор О.В. Чеховская

Корректор Т.С. Самборская

Технический редактор А.Ю. Соколова

E-mail: instorf@gmail.com

Тел. редакции: 8(422) 78-93-91

Подписано в печать 30.06.22 г.

Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. 6,25 .

ООО «Издательство «Триада»

170034, г. Тверь, пр. Чайковского, д. 9, оф. 514

ISSN 2224-1523

© Тверской государственный
технический университет, 2022

Содержание

Калюжный И.Л.

Изменение химического состава
болотных вод при мелиорации
евтрофного болотного массива 3

Ахметьева Н.П.

Кричевец Г.Н.

Михайлова А.В.

Особенности гидрологического режима
реки Дубна в связи с антропогенным
воздействием на болота ее водосборной
площади..... 12

Столбикова Г.Е.

Купорова А.В.

Черткова Е.Ю.

Исследование потерь торфа
при его хранении..... 19

Петров А.А.

Зюзин Б.Ф.

Способы увеличения тягово-сцепных
свойств шагающих болотоходных машин
и устройства для их осуществления 24

Копенкина Л.В.

Изобретатель торфяных машин
и преподаватель кафедры торфяной
механики Московского торфяного
института Б.Н. Озеров 45

УДК 556.565

Калюжный И.Л.

Калюжный Игорь Леонидович, к. т. н., руководитель лаборатории гидрофизики ФГБУ «Государственный гидрологический институт», г. Санкт-Петербург, Россия, hfl@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БОЛОТНЫХ ВОД ПРИ МЕЛИОРАЦИИ ЕВТРОФНОГО БОЛОТНОГО МАССИВА

Аннотация. В статье дан анализ изменения химического состава компонентов вод евтрофного болота Тарманское под влиянием проведенных мелиоративных мероприятий. Установлено, что среднегодовое содержание растворенного в воде диоксида углерода после осушения болота увеличилось в 2,3 раза, до 22,9 мг/дм³ и уменьшилось содержание растворенного органического вещества на 33,2%, до 62,8 мг/дм³. Пространственная изменчивость содержания CO₂ на неосушенном болоте составляла 51%, после осушения уменьшилась до 25%. В ионном составе болотных вод возросло содержание иона Cl⁻ на 32,0 мг/дм³ (56%) и иона SO₄²⁻ на 17,7 мг/дм³, в 4 раза. Водородный показатель в период вегетации увеличился до 7,5 pH и болотные воды приобрели более выраженное щелочное качество.

Ключевые слова: евтрофное болото, осушение, диоксид углерода, органическое вещество, ионный состав.

Kalyuzhny I.L.

Candidate of Technical Sciences, Head of the Hydrophysics Laboratory FSBI «State Hydrological Institute», Saint Petersburg, Russia, hfl@mail.ru

CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION OF A PEAT WATER UNDER MELIORATION OF A EUTROPHIC MIRE

Abstract. Analysis of changes in chemical composition of the Tarmanskoe eutrophic mire water under the effect of melioration activities is shown in the paper. It is found, that after the mire drainage, mean annual content of the water-dissolved carbon dioxide increased by 2.3 times (up to 22.9 mg/dm³), while the water-dissolved organic matter content decreased up to 62.8 mg/dm³ (or at 33.2%). Spatial variability of CO₂ content for undrained mire was equal to 51% and decreased up to 25% after the mire drainage. Ion content of the peat water also changed: Cl ion content increased at 32.0 mg/dm³ (or up to 56%), SO₄²⁻ ion – at 17.7 mg/dm³ (or by 4 times). Hydrogen ion concentration during a vegetation period increased up to 7.5 pH, and mire water became of more evident alkaline character.

Keywords: eutrophic mire, mire drainage, carbon dioxide, organic matter, ion content.

Введение

Освоение евтрофных болот как на европейской территории России, так и в условиях Западной Сибири требует сведений о гидрохимическом режиме и химическом составе болотных вод как до периода их осушения, так и в период их эксплуатации. Между тем, динамика возможных изменений и химический состав болотных вод после проведения мелиоративных мероприятий изучены недостаточно. Отсюда возникает задача определить изменения гидрохимического режима и химического состава болотных вод, возникающие при мелиорации и освоении мелиорированных евтрофных болот.

Объект и применяемые методы исследования

Объектом наших исследований является Тарманский болотный массив, приуроченный к Западно-Сибирской провинции южной тайги, березовых лесов и ев(мезо)трофных болот [1]. На этом болотном массиве, с 1960-го по 1987 год, проводились комплексные гидрометеорологические и гидрохимические исследования Тюменской гидрометеорологической станцией. Весь период этих наблюдений охватывает два этапа: первый – исследования болотного массива в его естественном состоянии (с 1960-го по 1975 г.) и второй – в мелиорированном и частично освоенном состоянии (1976–1987 г.).

При проведении комплексных гидрометеорологических и сопутствующих гидрохимических исследований, использовались единые методики, изложенные в Наставлении болотным станциям Росгидромета [2]. Отбор проб воды на определение ее химического состава производился во всех болотных микроландшафтах одновременно, в течение периода года, ограниченного началом промерзания и весенним снеготаянием. До осушения болотного массива, за период с 1960-го по 1970 г. было отобрано 320 проб воды; после осушения, за период с 1980-го по 1987 г. – 145 проб. Анализы химического состава болотных вод выполнялись в лаборатории Обь-Иртышского УГМС.

Детальное описание болотного массива и результаты гидрохимических исследований, проведенных до 1970 г., изложены в работе [3] и здесь не рассматриваются. Укажем лишь, что болотный массив залегает на надпойменной террасе левого склона долины р. Туры. Общая его длина 136 км. Болото имеет плоский харак-

тер поверхности, дренированной водотоками, впадающими в реки Тура, Межница и Ахманка. Исследованием была охвачена западная часть болота, площадь которой равна 682 км² при длине 62 км.

Господствующими являются травяно-моховые и кустарничковые болотные микроландшафты. Осоково-гипновый и гипново-осоковый занимают 60% площади болота. Их торфяная залежь сложена торфами низинного типа с преобладанием осоково-гипновых. Основными торфообразователями являются осоки нитевидная, омская, дернистая, обыкновенная и разновидности гипновых мхов. Степень разложения торфа колеблется от 5 до 60%. Средняя глубина торфяной залежи составляет 2,0 м.

Проведение мелиоративных мероприятий было начато в 1971 году. При осушении применена открытая сеть каналов с расстоянием между валовыми каналами 500 м и картовыми – 40 м. Глубина валовых каналов 2,5–3,0 м. Воды осушительной сети сбрасываются в р. Тура.

Влияние осушения Тарманского болота на его водно-тепловой режим детально рассмотрено в работе И.М. Романовой [4]. Было установлено, что на осушенном болоте снижение максимального уровня воды на пятый год от начала осушения составило около 40 см, минимального уровня – 100 см. За это время поверхность осушенного болота опустилась на 38 см. Произошло увеличение стока в осенний период и в первую половину зимы. Ухудшились теплофизические характеристики торфяной залежи, увеличилась глубина промерзания, и на 30% возросло испарение.

Изменение водорастворимых газов в водах евтрофного болота

Концентрация ионов водорода в болотных водах, выраженная в виде водородного показателя (рН), характеризует их как слабощелочные. Среднее значение водородного показателя за многолетний период в водах отдельных микроландшафтов неосушенного Тарманского болотного массива (табл. 1) изменяется в небольших пределах, от 6,68 до 6,98 рН, при наименьших значениях – не ниже 6,00 рН.

Наибольшие значения рН наблюдаются в ивово-осоково-кустарничковом и осоково-ивово-кустарничковом микроландшафтах, соответственно 8,60 и 8,35 рН.

Существуют незначительные его изменения в течение календарного года. При снего-

Таблица 1. Содержание растворенных газов и органического вещества в водах Тарманского болотного массива по данным наблюдений за период с 1960-го по 1975 г.

Table 1. The content of dissolved gases and organic matter in the waters of the Tarmansky mires massif according to observations for the period from 1960 to 1975

Элемент ряда	Водородный показатель, рН	Содержание кислорода		Содержание диоксида углерода, мг/дм ³	Бихроматная окисляемость, мгО/дм ³	Содержание органического вещества, мг/дм ³
		в мг/дм ³	в %			
Осоковый кочкарник						
Среднее	6,98	3,50	31,5	9,31	132,5	117,9
max	8,35	13,8	99,0	35,2	210,5	187,3
min	6,40	0,58	4,00	0,00	1,20	1,07
n	54	32	31	18	29	
Осоково-гипновый микроландшафт						
Среднее	6,79	2,15	17,8	6,35	138,1	122,9
max	7,90	6,68	59,0	22,9	204,3	181,8
min	6,20	0,42	4,0	0,00	106,7	95,0
n	22	14	13	8	29	
Грядово-мочажинный комплекс, гряда						
Среднее	6,68	2,34	20,1	10,6	96,6	86,0
max	7,60	5,12	45,0	34,3	167,7	149,2
min	6,00	0,53	5,00	0,00	41,7	37,1
n	33	14	13	8	19	
Грядово-мочажинный комплекс, мочажина						
Среднее	6,75	2,01	17,3	5,85	116,3	103,5
max	8,05	6,44	56,0	20,0	177,9	158,3
min	6,00	0,58	5,00	0,00	49,6	44,1
n	33	15	14	6	17	
Гипново-осоково-мозаичный микроландшафт						
Среднее	6,90	3,72	27,2	9,35	88,5	78,8
max	7,70	14,6	87,0	37,8	188,8	168,0
min	6,00	0,15	2,00	1,09	36,5	32,5
n	52	35	32	24	34	
Ивово-осоково-кустарничковый микроландшафт						
Среднее	6,97	3,01	22,0	11,3	91,7	81,6
max	8,60	8,75	78,0	40,5	158,3	140,9
min	6,00	0,46	1,60	1,88	49,3	43,9
n	25	23	23	19	24	
Осоково-ивово-кустарничковый микроландшафт						
Среднее	6,91	3,93	25,7	17,4	75,8	67,5
max	8,35	9,62	85,0	58,1	128,6	114,4
min	6,00	0,63	4,00	1,67	21,4	19,1
n	25	20	16	17	25	

Примечание: n – длина ряда конкретного компонента

таянии и оттаивании мерзлого слоя залежи рН имеют низкие значения, 6,20 ÷ 6,70. В период вегетации рН повышается до 7,3 и выше. При промерзании – снижается и становится ниже его значений в вегетационный период. В период выпадения жидких осадков и при высоких

уровнях болотных вод рН снижается от предшествующих значений. Ранее [5, 6] было показано, что при рН более 5,00 ÷ 5,05 в болотных водах появляется гидрокарбонатный ион.

Существует тенденция увеличения водородного показателя в микроландшафтах,

приуроченных к окрайкам болотного массива, осокового кочкарника и ивово-осоково-кустарничкового. Это обусловлено тем, что на окрайках при формировании водного режима происходит разгрузка грунтовых вод. Таким образом, во все периоды года воды евтрофного болота сохраняют слабощелочную среду.

До проведения мелиоративных мероприятий водородный показатель в среднем за многолетний период был менее 7,0 рН, на осушенном болоте он становится более 7,00, изменяясь в пределах 7,09 ÷ 7,30 (табл. 2). Таким образом, состояние болотных вод приобретает более выраженную щелочную среду.

Водорастворимые газы в водах евтрофных болот также представлены кислородом (O₂), двуокисью углерода (CO₂) и сероводородом (H₂S). Последний нами не определялся.

Среднегодовое содержание растворенных газов, по данным наблюдений с 1960-го по 1975 год, на неосушенном болоте однозначно показывает определенную изменчивость их по болотным микроландшафтам. Наибольшие значения кислорода и диоксида углерода наблюдаются в водах микроландшафтов, рас-

положенных на окрайках болотного массива, в осоковом кочкарнике и осоково-ивово-кустарничковом. Для кислорода соответственно 3,50 и 3,93 мг/дм³; для CO₂ – 9,31 и 17,4 мг/дм³, что объясняется высокой проточностью и интенсивным обменом водных масс в этих микроландшафтах.

Особо выделяется несколько повышенным содержанием кислорода и диоксида углерода на евтрофном болоте грядово-мочажинный комплекс. В водах гряд, по сравнению с мочажинами, их содержание соответственно больше в 1,16 и 1,81 раза. Содержание кислорода в водах гряд – 2,34 против 2,01 мг/дм³ на мочажинах и диоксида углерода – 10,6 против 5,85 мг/дм³. Во всех болотных микроландшафтах в среднем степень насыщения болотных вод кислородом не опускается ниже 17%. Диапазон насыщения кислородом изменяется в пределах от 2,00 до 20,0%. Пресыщения кислородом в летний период не наблюдается. При низком расположении уровня воды относительно поверхности болота затруднено проникновение кислорода к болотным водам, по деятельному слою болота.

Таблица 2. Содержание растворенных газов и органического вещества на осушенном евтрофном Тарманском болоте по данным наблюдений за период с 1976-го по 1987 г.

Table 2. The content of dissolved gases and organic matter in the drained eutrophic Taman mire according to observations for the period from 1976 to 1987

Элемент ряда	Водородный показатель, рН	Содержание кислорода		Содержание диоксида углерода, мг/дм ³	Бихроматная окисляемость, мгО/дм ³	Содержание органического вещества, мг/дм ³
		в мг/дм ³	в %			
Скв. 103А						
Среднее	7,3	4,43	36,0	34,9	89,8	79,9
max	7,90	9,68	77,0	152,2	504,8	449,3
min	6,80	0,00	7,00	0,44	3,50	3,11
n	37	36	23	38	37	
Скв. 317						
Среднее	7,09	5,50	30,9	17,8	69,2	61,6
max	8,20	36,7	71,0	68,6	116,6	103,8
min	6,05	0,80	7,00	0,00	32,7	29,1
n	58	57	30	55	57	
Скв. 318						
Среднее	7,12	5,50	34,6	15,8	56,2	50,0
max	8,20	12,4	68,0	60,3	102,1	90,9
min	6,38	2,20	20,0	0,00	21,1	18,8
n	31	29	13	29	30	
Скв. 318А						
Среднее	7,28	4,09	30,7	23,0	67,2	59,8
max	7,67	7,20	52,2	176,0	133,7	119,0
min	6,45	0,48	4,00	0,88	25,7	22,9
n	31	31	24	27	31	

Примечание: n – длина ряда определения конкретного компонента

В работе [7] показано, что в болотных зонах Урала, вне зависимости от типов болот, количество растворенного кислорода колеблется пределах от 0,16 до 24,0 мг/дм³, что близко к нашим значениям.

Анализ изменения содержания растворенных газов в водах болотного массива при проведении осушения показывает их некоторые изменения (табл. 2). Содержание кислорода в водах мелиорированного болота возрастает. Если до мелиорации его среднее значение было равно 2,95 мг/дм³, изменяясь по болотным микроландшафтам от 2,01 до 3,93 мг/дм³ (табл. 1), то в мелиорированном состоянии его содержание в среднем возросло до 4,88 мг/дм³, изменяясь при этом от 4,09 до 5,50 мг/дм³. Степень насыщения водной массы деятельного слоя болота кислородом также повысилась от 19,5% до 33,0%.

Диоксид углерода является продуктом жизнедеятельности микроорганизмов в условиях наличия кислорода в среде их обитания. В болотах зона его образования зависит от положения уровня болотных вод. С понижением уровня относительно поверхности болота зона образования СО₂ увеличивается и способствует повышению его концентрации как в воздушной, так и водной среде. Это хорошо видно при сравнении содержания диоксида углерода в водах гряды и мочажины грядово-мочажинного комплекса (табл. 1). На грядах, где ее уровень ниже 20–30 см, среднемноголетнее содержание СО₂ равно 10,6 мг/дм³. Уровень болотных вод на мочажинах всегда близок к поверхности болота и практически не опускается ниже 2 ÷ 6 см. Зона образования диоксида углерода на мочажинах незначительна и его содержание в 1,8 раза меньше, чем на гряде.

В годовой динамике месячных величин до и после осушения болотного массива (табл. 3) сохраняется определенная закономерность: в весенний период (март–апрель) наблюдается рост содержания СО₂ до первого весеннего максимума в мае (соответственно 28,0 и 23,5 мг/дм³), затем происходит снижение в июне с последующим возрастанием до второго максимума в период вегетации растительного покрова (9,49 и 34,8 мг/дм³), наступлением минимума в сентябре и относительной стабилизацией его при промерзании болота. В годовом ходе, на неосушенном и осушенном болоте, максимумы и минимумы по месяцам совпадают, но абсолютные их значения различаются.

Одновременные наблюдения за содержанием диоксида углерода (табл. 4) в водах болотных микроландшафтов неосушенного болота позволили оценить его пространственную изменчивость. Так, 24.10.1972 г. в предзимний период разность в содержании диоксида углерода между микроландшафтами болота составляла 38,7 мг/дм³, что приближается к 51%. На территории осушенного болота она существенно меньше и близка к 25%. Уменьшение пространственной изменчивости содержания диоксида углерода, вероятно, обусловлено более равной мощностью и относительно однородным строением зоны аэрации на осушенном болоте. На его площади зона аэрации в основном зависит от нормы осушения и в меньшей степени от погодных условий.

Таблица 3. Среднемесячное содержание диоксида углерода (мг/дм³) в водах Тарманского болотного массива до и после осушения

Table 3. Average monthly carbon dioxide content (mg/dm³) in the waters of the Tarmansky mire massif before and after drainage

Месяцы года								
март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
Содержание диоксида углерода (мг/дм ³) в водах болота до осушения								
6,17	8,48	28,0	6,68	9,49	7,63	5,38	22,3	7,05
Содержание диоксида углерода (мг/дм ³) в водах болота после осушения								
10,5	16,2	23,5	21,9	34,8	16,8	12,2	17,2	17,5

Таблица 4. Пространственная изменчивость содержания растворенного диоксида углерода (мг/дм³) в водах отдельных микроландшафтов Тарманского болота

Table 4. Spatial variability of the content of dissolved carbon dioxide (mg/dm³) in the waters of individual micro-landscapes of the Tarmansky mire

Дата	Микроландшафт			
	Осоковый кочкарник	Гипново-осоково-мозаичный	Ивово-осоково-кустарничковый	Осоково-ивово-кустарничковый
24.10.1972	9,20	7,06	40,5	45,8
13.04.1973	7,92	12,3	10,6	4,40
22.06.1973	7,04	2,64	3,52	1,76
20.11.1973	15,0	3,52	6,16	7,04

По данным многолетних наблюдений на осушенном евтрофном болоте среднегодовое содержание диоксида углерода равно 10,0 мг/дм³, изменяясь при этом в отдельных микроландшафтах от 5,85 до 17,4 мг/дм³. После проведения мелиоративных мероприятий среднее содержание CO₂ в воде болота возрастает в 2,3 раза и становится равным 22,9 мг/дм³. По площади мелиорированного болота его среднегодовые значения изменяются от 15,8 до 34,9 мг/дм³.

Обусловлены эти изменения тем, что на осушенном болоте уровни болотных вод относительно его поверхности располагаются на глубине 50–90 см. На болотах в их естественном состоянии они располагаются в пределах от 5 до 40 см. Таким образом, зона образования CO₂ на мелиорированных болотах в 2–3 раза больше, чем на неосушенных. Отсюда концентрация диоксида углерода в водах осушенных болот значительно больше, чем при их естественном состоянии. Так, максимум в период вегетации на осушенном болоте (34,8 мг/дм³) в 3,7 раза больше, чем до осушения, а среднегодовое значение до осушения, 11,2 мг/дм³, превышает его содержание после осушения (18,90 мг/дм³) на 68,7%. Осушение евтрофного болотного массива значительно увеличивает содержание диоксида углерода в его болотных водах.

Проведенные в 1975–1989 г. наблюдения на олиготрофном Ширинском болотном массиве естественного залегания (северо-запад России) показали, что среднее содержание диоксида углерода равно 22,8 мг/дм³, изменяясь при этом от 5,50 до 42,2 мг/дм³. На олиготрофных болотах Северного Предуралья его средняя величина равна 45,5 мг/дм³ [7].

Таким образом, содержание диоксида углерода на естественных олиготрофных болотах больше, чем на евтрофных. На этих двух типах болот наблюдается слабая тенденция: с уменьшением степени кислотности среды уменьшается и содержание растворенного CO₂.

Органическое вещество в водах евтрофного болотного массива

Водорастворимое органическое вещество образуется в деятельном слое торфяной залежи как путем химического разложения растительных остатков, так и в результате жизнедеятельности микроорганизмов в условиях большой увлажненности субстрата. Содержание органического вещества в воде болот тесно связано со

степенью разложения торфа, растениями-торфообразователями, влажностью и температурой деятельного слоя. С повышением степени разложения количество гумусовых веществ в нем увеличивается. Гумификация в верховых торфах идет с преобладанием фульвокислот, в низинных – гуминовых кислот [7, 8]. В разные сезоны года соотношение между фульвокислотами и гуминовыми изменяется.

Об общем количестве органического вещества, растворенного в воде, принято судить по степени его окисления. Наиболее полное его окисление в водах олиготрофных и евтрофных болот (до 93–95%) происходит с использованием сернокислого раствора бихромата калия (бихроматная окисляемость).

Бихроматная окисляемость вод евтрофного болота в его естественном состоянии изменяется в широких пределах, от 1,20 до 210,5 мг/дм³. Крайне низкая окисляемость в 1,20 мг/дм³ наблюдалась в осоковом кочкарнике 30.03.1971 г. Наиболее высокая – 210,5 мг/дм³ – 30.09.1971 г. в этом же микроландшафте. Наибольшая окисляемость наблюдается в микроландшафтах, расположенных на окрайках болотной системы, в осоковом кочкарнике и осоково-гипновом микроландшафте. Здесь среднегодовое значение соответственно равно 132,45 и 138,1 мг/дм³. Микроландшафты с хорошо выраженным кустарничковым ярусом, осоково-ивово-кустарничковым и гипново-осоково-мозаичным, имеют наименьшие величины окисляемости, соответственно 21,4 и 36,5 мг/дм³. Среднегодовое значение окисляемости, за многолетний период, показывает значительное различие в водах гряд (96,6 мг/дм³) и мочажин (116,3 мг/дм³). Учитывая вышеизложенное следует, что существует значительная временная и пространственная изменчивость бихроматной окисляемости в пределах евтрофного болота естественного залегания. Согласно таблице 1, среднюю многолетнюю величину окисляемости для евтрофного болота возможно принять равной 105,6 мг/дм³. В работе [5] показано, что воды микроландшафтов мезоолиготрофных болот имеют величину средней годовой бихроматной окисляемости, равную 155,0 мг/дм³, что на 46,8% больше по сравнению с евтрофным болотом.

И.Л. Калюжным [9] была получена зависимость между содержанием органического вещества (Q) в болотных водах и бихроматной окисляемостью (G) в виде уравнения

$Q = 0,89 G$ (мг/дм³). Коэффициент корреляции этой зависимости равен 0,98.

Определив величину бихроматной окисляемости в водах характерных болотных угодьях или осушенных участков болота и используя полученное уравнение, определяют содержание органического вещества.

В таблицах 1 и 2 приведено его среднее годовое содержание и экстремальные величины на болоте до и после осушения. Согласно приведенным данным, среднее содержание органического вещества на болоте естественного залегания, за период с 1960-го по 1975 г., равно 94,0 мг/дм³. В зависимости от типа микроландшафта его средние годовые величины изменяются от 67,5 до 122,9 мг/дм³. Наибольшее количество органического вещества содержится в водах мохово-травяных и травяных микроландшафтов: осоково-гипнового (122,9 мг/дм³) и осокового кочкарника (117,9 мг/дм³); наименьшее – в осоково-ивово-кустарничковом, (67,5 мг/дм³). Воды гряд грядово-мочажинного комплекса содержат органического вещества меньше (86,0 мг/дм³) на 17%, чем мочажины (103,5 мг/дм³). Таким образом, последующее осушение болотного массива уменьшило содержание растворенного органического вещества на 33,2%, до 62,8 мг/дм³.

Изменение ионного состава болотных вод до и после проведения мелиорации

Гидрохимический режим и химический состав вод Тарманского болотного массива, в его естественном состоянии, был исследован в период с 1960-го по 1970 г. Основные результаты работы приведены в [3]. Не останавливаясь на полученных результатах этих исследований, приведем в таблице 5 сведения о среднегодовых величинах главнейших ионов и минеральных компонентов болотных вод до проведения осушения.

Здесь также приведены сведения об этих характеристиках после пятого года проведения мелиорации, за период наблюдений с 1980-го по 1987 г. Установлено, что за первые пять лет после проведения осушительных мероприятий происходят структурные изменения верхних горизонтов торфяной залежи, что обуславливает изменения их водно-физических и тепловых свойств с последующей относительной стабилизацией в новых условиях существования [10].

Результаты сравнения данных определения химического состава болотных вод, до и после осушения болотного массива, однозначно свидетельствуют о количественных изменениях этих характеристик. В составе катио-

Таблица 5. Средние годовые значения общей минерализации и главнейших ионов в водах Тарманского болотного массива по наблюдениям с 1960-го по 1987 год

Table 5. Average annual values of total mineralization and major ions in the waters of the Tarmansky mire massif according to observations from 1960 to 1987

Микроландшафт	Главнейшие ионы, мг/дм ³							Mg Si/дм ³	Mg Fe/дм ³
	Сумма ионов	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻		
Химический состав болотных вод до осушения за период с 1960-го по 1970 г.									
Осоковый кочкарник	824,1	60,9	46,4	94,2	527,8	4,7	90,1	6,2	1,26
Гипново-осоковый	802,4	87,9	43,7	66,0	545,4	4,8	54,6	7,3	0,63
Гряда, грядово-мочажинный, мочажина	390,1	41,8	24,2	36,3	251,8	4,2	31,8	5,4	0,87
	566,0	65,1	30,4	46,5	375,9	3,4	44,7	6,6	1,21
Осоково-гипновый	742,7	69,5	38,8	77,0	488,2	4,8	64,4	7,2	0,92
Среднее по болоту	665,0	65,0	36,7	64,0	437,8	4,4	57,1	6,5	0,98
Химический состав болотных вод после осушения за период с 1980-го по 1987 г.									
Карта, скв. 103а	976,3	113,2	51,1	103	586,1	30,2	92,7	5,5	1,17
Карта, скв. 317	601,2	84,7	29,5	53,4	312,9	21,1	99,6	4,6	1,95
Карта, скв. 318а	525,0	62,5	28,1	50,2	299,4	14,9	74,9	4,1	1,18
Среднее по болоту	700,9	86,8	36,2	68,9	397,8	22,1	89,1	4,7	1,40
Величины изменения	-35,9 -5,4	-21,8 -33,5	+0,5 +1,4	-4,9 -7,7	+40,0 +9,1	-17,7 -40,2	-32,0 -56,0	+1,8 +27,7	-0,42 -42,8

Примечание к последней строке: в числителе – величина компонента выражена в мг/дм³ от среднего значения до осушения; в знаменателе – эта же величина, выраженная в процентах.

нов произошло увеличение содержания иона Ca^{2+} на 21,8 мг/дм³, т. е. на 33,5% от его содержания до осушения. В составе анионов, после осушения, увеличилось содержания иона Cl^- на 32,0 мг/дм³ (56%) и иона SO_4^{2-} на 17,7 мг/дм³, практически в 4 раза. Как следствие трансформации ионного состава возросла общая минерализация болотных вод на 35,9 мг/дм³, т. е. всего на 5,4%.

Увеличение основных компонентов химического состава, вероятнее всего, происходит путем капиллярной подпитки торфяной залежи со стороны грунтовых вод. Наблюдения за режимом грунтовых и болотных вод на естественном болоте показывают, что они гидравлически связаны и уровни их на болоте практически совпадают. Отсюда следует, что на осушенном болоте происходит разгрузка грунтовых вод в дренажную сеть, а также подпитка зоны аэрации. Анализы грунтовых вод, приведенные в работе [3], свидетельствуют о высоком содержании ионов Ca^{2+} , SO_4^{2-} и Cl^- . Так, осредненные результаты одновременного определения химического состава грунтовых вод, по 4 гидрогеологическим скважинам, показали содержание иона Ca^{2+} , равное 164,7 мг/дм³, SO_4^{2-} и Cl^- соответственно 29,8 и 236,7 мг/дм³.

Выводы

Проведение мелиоративных мероприятий вызывает изменение гидрохимических характеристик вод осушенного евтрофного болотного массива. Установлено, что водородный показатель, среднее значение которого до проведения мелиорации было равно 6,83, увеличивается и становится более 7,00, изменяясь на осушенном болоте в пределах 7,09 ÷ 7,30 pH. Болотные воды приобретают более выраженное щелочное качество. Содержание растворенного кислорода в водах мелиорированного болота также возрастает, от среднего значения, до осушения равного 2,95 мг/дм³, до 4,88 мг/дм³, варьируя при этом от 4,09 до 5,50 мг/дм³. Среднегодовое содержание растворенного в воде диоксида углерода, до осушения равного 10,0 мг/дм³, после его проведения увеличилось в 2,3 раза и установилось равным 22,9 мг/дм³. Увеличение диоксида углерода объясняется увеличением зоны аэрации, в которой биологические процессы распада органики протекают более интенсивно. Пространственная изменчивость содержания диоксида углерода на неосушенном болоте

приближается к 51%. На осушенном – она существенно меньше и близка к 25%. Органическое вещество, растворенное в воде, определяют по величине бихроматной окисляемости. Бихроматная окисляемость вод неосушенного евтрофного болота изменяется в пределах от 1,20 до 210,5 мг/дм³. Среднее содержание органического вещества на неосушенном болоте равно 94,0 мг/дм³. Наибольшее его количество содержится в водах мохово-травяных и травяных микроландшафтах: осоково-гипновом – 122,9 мг/дм³ и осоковым кочкарника – 117,9 мг/дм³; наименьшее – в осоково-ивово-кустарничковом (67,5 мг/дм³). Осушение болота уменьшило содержание органического вещества на 33,2%, до уровня 62,8 мг/дм³. Результаты сравнения химического состава болотных вод, до и после осушения, свидетельствуют о количественных изменениях этих характеристик. В составе катионов увеличилось содержание иона Ca^{2+} на 21,8 мг/дм³, т. е. на 33,5%. В составе анионов возросло содержание иона Cl^- на 32,0 мг/дм³ (56%) и иона SO_4^{2-} на 17,7 мг/дм³, т. е. практически в 4 раза. Как следствие, повысилась общая минерализация болотных вод на 35,9 мг/дм³, т. е. на 5,4%. Уменьшилось содержание кремния и увеличилось содержание железа.

Библиографический список

1. *Кац Н.Я.* Болота земного шара. – М.: Наука, 1971. – 294 с.
2. Наставление гидрологическим станциям и постам. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – Вып. 8. – 296 с.
3. *Калужный И.Л., Левандовская Л.Я.* Гидрохимический режим поверхностных вод Тарманского болотного массива // Труды ГГИ, 1977. – Вып. 236. – С. 85–95.
4. *Романова И.М.* Влияние хозяйственной деятельности на гидрологический и тепловой режим Тарманского болотного массива // Метеорология и гидрология, 1977. – № 5. – С. 76–80.
5. *Калужный И.Л.* Гидрохимический режим и химический состав вод мезоолиготрофных болотных массивов Кольского полуострова // Вестник Кольского научного центра РАН, 2016. – № 3 (26). – С. 114–125.
6. *Калужный И.Л.* Общие черты формирования гидрохимического режима основных типов болот России // Метеорология и гидрология, 2018. – № 8. – С. 72–81.

-
7. *Черняев А.М., Черняева Л.Е., Еремеева М.Е.* Гидрохимия болот. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 430 с.
 8. *Александрова Л.Н., Найденова О.А.* О природе гумусовых веществ торфяных почв. – Записки ЛСХИ, 1962. – Т. 90. – Вып. 1. – С. 3–15.
 9. *Калюжный И.Л.* Оценка выноса органического вещества водами олиготрофного болотного массива // Метеорология и гидрология, 1999. – № 11. – С. 98–105.
 10. *Калюжный И.Л., Павлова К.К.* Методика прогнозирования изменений водно-физических свойств органо-минеральных почв под влиянием осушения и последующего сельскохозяйственного освоения земель // Труды ГГИ, 1982. – Вып. 284. – С. 15–32.

УДК 556.5

Ахметьева Н.П.

Ахметьева Нина Петровна, с. н. с., к. г.-м. н., лаборатория гидрогеологических проблем охраны окружающей среды ИВП РАН. 119333, г. Москва, ул. Губкина, 3, nakhmeteva@rambler.ru

Кричевец Г.Н.

Кричевец Геннадий Николаевич, с. н. с., к. г.-м. н., лаборатория гидрогеологических проблем охраны окружающей среды ИВП РАН. 119333, г. Москва, ул. Губкина, 3, gkrich@yandex.ru

Михайлова А.В.

Михайлова Алла Владимировна, с. н. с., к. х. н., лаборатория инструментальных методов и органических реагентов ФГБОУН «Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского» Российской академии наук (ГЕОХИ РАН). 119991, ГС. П-1, Москва, ул. Косыгина, 19, xemafiltra@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ ДУБНА В СВЯЗИ С АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА БОЛОТА ЕЕ ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ

Аннотация. По данным Гидрологических справочников за 1963–1978 гг. исследовано влияние, которое оказывают на сток в р. Дубна мероприятия по осушению болот заказника «Журавлиная Родина» для добычи торфа, сельскохозяйственного использования и последующего обводнения территорий для предотвращения торфяных пожаров. Предполагалось, что обводнение болот приведет к увеличению испарения за счет увеличения открытой водной поверхности и подъема уровня грунтовых вод. Кроме того, ожидалось, что перекрытие дренажных каналов при обводнении приведет к перераспределению стока в течение года за счет замедления развития весеннего паводка. Оказалось,

Akhmet'eva N.P.

Akhmetyeva Nina P., Ph.D., Senior Research of Environmental Hydrogeology Laboratory of Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences. Moscow, Gubkina, 3, nakhmeteva@rambler.ru

Krichevets G.N.

Krichevets Gennadiy N., Ph.D. (Candidate of geological-mineralogical sciences), Senior Research of Environmental Hydrogeology Laboratory of Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences. Moscow, Gubkina, 3, gkrich@yandex.ru

Mikhailova A.V.

Mikhailova Alla V., Ph.D. (analytical chemistry), Senior Research, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Russian Academy of Sciences. Moscow, Kosyigina, 19, xemafiltra@yandex.ru

SPECIFIC FEATURES OF THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE DUBNA RIVER IN THE CONTEXT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON MIRES IN ITS BASIN

Abstract. Data of Hydrological Reference Books over 1963–1978 are used to study the effect produced on the Dubna R. flow by measures aimed to drain mires in Zhuravlinaya Rodina Nature Reserve for subsequent peat extraction, agricultural use, and, later, watering of territories to prevent peat fires. It was supposed that peat watering will increase evaporation because of the greater open water surface and higher ground water level. In addition, it was expected that the damming of drainage channels during watering will lead to flow redistribution within the year due to the slower development of spring flood. The testing of these hypotheses was found to be difficult because the fraction of the mires under study in the total area of the catchment where

что проверка этих гипотез затруднена тем, что доля изучаемых болот в площади водосбора, где формируется сток, слишком мала, для того чтобы предполагаемый эффект проявился. Однако обобщение результатов послужит установлению взаимосвязей между влиянием хозяйственной деятельности человека и загрязнением болот и осушенных территорий.

Ключевые слова: гидрология суши, река Дубна, Талдомский район, заказник «Журавлиная Родина», осушение низинных болот и последствия, изменение речного стока болотных рек.

the runoff measured at the gage is recorded is too small for the supposed effect to manifest itself. However, the generalization of the results will contribute to revealing interactions between the human economic activity and the pollution of bogs and drained areas.

Keywords: land hydrology, the Dubna River, Taldom district, Zhuravlinaya Rodina Nature Reserve, draining lowland mires and its effect, changes in the flow of mire rivers.

Введение

Река Дубна, правый приток р. Волги, имеет длину 167 км, площадь водосбора – 5350 км². Истоки реки находятся на склонах Клинско-Дмитровской гряды, недалеко от г. Александра. В верховье река течет в крутых берегах, затем долина становится широкой, пойма сильно заболочена, низкорослые березняки в ней чередуются с ольховыми топями. На протяжении около 50 км (от д. Константиново до д. Нушпалы) река течет по заболоченной низине, болота преимущественно низинные. На этом участке река протекает по территории заказника «Журавлиная Родина» [1–4] и играет важную роль в жизни главных обитателей заказника – журавлей. На ее берегах птицы строят свои гнезда, укрываются от врага, находят корм. Впадает р. Дубна в Углическое водохранилище.

В статье рассматривается р. Дубна, главным образом, в пределах заболоченной Дубненской низины. Здесь в 1926–1928 годы с целью осушения поймы реки был спрямлен участок ее русла длиной около 26 км. Также были спрямлены русла притоков – Нушполки, Сулоти и Кубжи, создан Веле-Дубненский канал для отведения р. Вели.

Площадь болот Дубненской низины составляет ~300 км². Они распространены на пойме высотой до 3 м, шириной 0,02–3 км. Осушение болот здесь началось в 1930-х годах, но центральная его часть стала осваиваться человеком с 1960-х годов (торфоразработки), а в последние 30 лет осушенные низинные болота превращены в сельскохозяйственные поля. В районе д. Нушпалы – это сенокосы, а несколько километров восточнее – поля, где выращи-

вали овощи – морковь, картофель, капусту и зелень. Однако сельскохозяйственные поля составляют небольшие площади благодаря тому, что здесь в 1979 г. был организован заказник, в пределах которого антропогенные нагрузки на болота были значительно сокращены.

В восточной части Дубнинской низины расположено Ольховско-Батьковское низинное болото. Батьковское болото практически не затронуто человеком в связи с созданным здесь заказником «Озера Большое и Малое Туголяньские» с примыкающим болотным массивом. Ольховские болота практически осушены в 1936 г. и теперь бывшие торфяные поля заросли лесом, а часть торфоразработок залита водами р. Сулати.

Средний годовой модуль стока р. Дубна равен 6,5 л/с с 1 км², максимальный расход в половодье – 99,2 м³/с (1953 г., с. Нушполы). Отдельные участки поймы в конце 30-х годов были превращены в с/х поля, где сеяли зерновые и овощные культуры [5].

Низинные торфа Дубненского массива – древесно-осоковые или тростниково-осоковые, коричневого цвета, пластичные, хорошо разложившиеся (степень разложения 35–45%, средняя зольность до 44,8%), с коэффициентом фильтрации 0,01–0,015 м/сут, их мощность составляет 2–3 м. На высокой пойме распространены переходные торфа мощностью до 2 м, местами используемые под сенокосы. Крайняя часть болотного массива, приуроченная к пологому склону долины реки, представлена верховыми торфами: вверху залегают моховая подушка из живого светло-зеленого сфагнома высотой 10–15 см, под ним залегают отмерший сфагнум, светло-бурый, практиче-

ки не разложившийся мощностью 25–30 см, с глубины 0,4 м залегает темно-окрашенный, почти черный торф, плохо разложившийся, мощностью в несколько сантиметров, глубже – торф сосново-сфагнумовый, бурый, плохо разложившийся. С глубины торф становится более плотным, степень его разложения заметно возрастает. Коэффициент фильтрации торфа меняется от 5 м/сут в верхней части разреза до 0,1 м/сут в нижней. Мощность верхового торфа до 5 м.

Торфа часто подстилаются сапропелями – озерными пресноводными илами, содержащими мелкие (диаметром около 1 см) плоские раковины моллюсков, породы светло-серой или бежевой окраски, плотные, влаговодопроницаемые, с коэффициентом фильтрации порядка 0,001 м/сут. Их мощность составляет несколько метров, местами сапропели отсутствуют, и подстилающими породами являются флювиогляциальные суглинки, имеющие несколько большие коэффициенты фильтрации (порядка 0,01 м/сут). Уровни болотных вод (УБВ) залегают весной близ поверхности земли, а в летнюю межень снижаются до 1,5 м, в отдельные сухие летние месяцы – до 1,8 м. Таким образом, водонасыщенный слой торфа, разгружающийся в р. Дубна, в жаркие летние месяцы сокращается до 0,2–0,5 м и тогда питание р. Дубна составляет минимальные величины. Осушенные в 1970-е годы низинные и переходные торфа, используемые под сельское хозяйство, претерпели большие изменения – распашку, окучивание, прополку, уплотнение в связи с применением техники, что привело к изменению их естественных водно-физических свойств [1] – уменьшению их влажности, снижению УБВ и сокращению подземного стока в реку.

Результаты работы

Ниже приводим гидрологические графики р. Дубна (рис. 1–13), построенные по данным гидрологических справочников по уровенному гидропосту в д. Нушпалы за годы 1963–1978 [6]. Высота нуля графика – 122,06 м (БС). Другой гидропост на р. Дубна находится близ п. Вербилки, расположен ниже по течению в ~30 км от д. Нушпалы, после впадения крупного левого притока – р. Вели. Он не отражает особенностей гидрологического режима р. Дубны, протекающей по Дубненской болотной низине, в связи с чем мы ограничиваемся использованием данных только Гидропоста и собственными полевыми исследованиями.



Рис. 1. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1963 г.

Fig. 1. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1963.



Рис. 2. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1964 г.

Fig. 2. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1964.



Рис. 3. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1967 г.

Fig. 3. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1967.



Рис. 4. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1968 г.

Fig. 4. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1968.



Рис. 7. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1971 г.

Fig. 7. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1971.

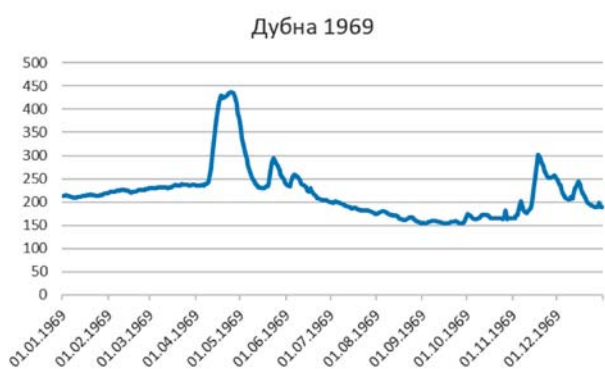


Рис. 5. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1969 г.

Fig. 5. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1969.



Рис. 8. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1972 г.

Fig. 8. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1972.



Рис. 6. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1970 г.

Fig. 6. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1970.



Рис. 9. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1973 г.

Fig. 9. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1973.



Рис. 10. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1974 г.

Fig. 10. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1974.

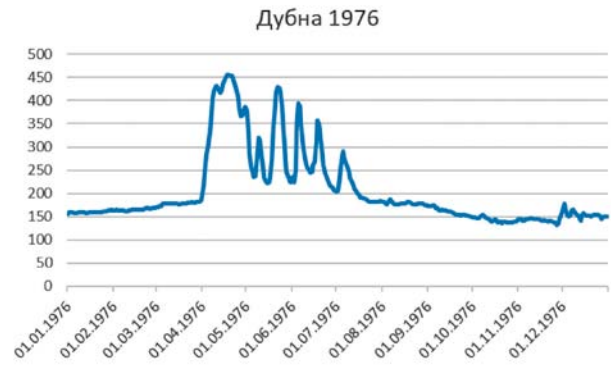


Рис. 12. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1976 г.

Fig. 12. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1976.



Рис. 11. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1975 г.

Fig. 11. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1975.



Рис. 13. Годовой гидрограф р. Дубна – д. Нушпалы, 1978 г.

Fig. 13. The annual hydrograph of the Dubna River at Nushpaly Village, 1978.

Анализируя представленные графики, можно отметить:

1. На р. Дубна половодье длится с 1 апреля до 1 июля, его высота составляет 350–450 см БС.
2. Межень длится с 1 июля до ноября, ее абсолютные отметки составляют 130–250 см, в некоторые летние месяцы река сильно мелеет, столб воды в реке снижается до 10–30 см, а иногда река пересыхает (рис. 13). Снижение уровня реки в летнюю межень стало проявляться ежегодно после 1969 г., когда торфоразработки на водосборной площади р. Дубна достигли своих максимальных величин. После прекращения торфоразработок, начиная с 1980-х годов, резкого летнего обмеления реки не наблюдалось.
3. В 1960-е годы летняя межень на р. Дубна всегда была более полноводной, чем в середине и конце 1970-х годов (независимо от количества выпавших осадков).

Эти выводы сделаны по небольшому количеству данных, имеющихся у авторов. В своих выводах и прогнозах авторы руководствуются мнением современных ведущих ученых-мелиораторов о том, что осушение болот водосборной площади реки способствует сокращению ее водного питания [7].

Однако есть и противоположные мнения в том, что осушение болот в некоторых случаях (например, в Белорусском Полесье [8]) привело к увеличению питания рек. Все зависит от геолого-гидрологического строения изучаемой территории и условий проведения мелиоративных работ.

На Дубненском болотном массиве преобладают низинные болота, но присутствуют переходные и верховые. Особо важную роль здесь играют водно-физические свойства торфа и подстилающих пород – сапропелей и суглинков (таб.).

Таблица. Водно-физические свойства пород, слагающих водосбор р. Дубна (в пределах Дубненского болотного массива), август 2011 г.

Table. Hydrophysical properties of the rocks in the Dubna River basin (within Dubna mire massif), August 2011

Низинный неосушенный торф		Низинный осушенный торф (поле моркови)		Переходный торф (сеяные травы)		Верховой неосушенный торф		Подстилающие породы: сапрпель/суглинок
глубина (h), м	влажность (w), %	h, м	w, %	h, м	w, %	h, м	w, %	w, %
0,1	79,43	0,2	28,27	0,05	44,03	0,2	71,69	16,32/26,38
0,25	80,58	0,4	61,56	0,15	80,78	0,4	88,26	коэф. фильтрации ~0,001/0,005 м/сут
0,4	77,18	0,5	60,35	0,2	86,17	0,6	90,73	
0,5	82,44	0,7	72,78	0,3	86,54	0,8	87,14	
0,6	82,81	1,2	71,02	0,45	86,51	1	87,51	
0,7	81	<i>ниже залегают суглинки</i>		0,6	89,7	1,3	90,11	
0,8	84,78	1,7	59,97	1,5	76,67	2,2	80,3	
0,9	82,61	2	62,55	УБВ – 1,05 м; коэф. фильтрации 0,15–1 м/сут	2,4	85,33		
1	81,83	2,2	35,58		2,7	88,64		
1,1	82,98	2,5	34,71		3	88,61		
1,2	83,48	УБВ – 2 м; коэф. фильтрации 0,1–1 м/сут			УБВ – 1,7 м; коэф. фильтрации 1–4 м/сут			
1,3	81,74							
1,4	73,51							
УБВ – 1 м; коэф. фильтрации 0,01–0,15 м/сут								

Пояснения к таблице: 2011 год был жарким, засушливым; годовое количество осадков – 554 мм. Влажность верхового неосушенного торфа составляла 80–90%, кроме верхней 20-см части, где влажность снизилась до 71,7%. Влажность переходного торфа, засеянного травами, несколько ниже, чем верхового естественного, особенно в его верхней части. Влажность низинного осушенного торфа четко свидетельствует об антропогенном влиянии – в верхней части разреза она равна 28,21% (пожароопасная обстановка); но с глубины 0,4 м влажность увеличивается до 60–72%. Влажность низинного неосушенного торфа по всему разрезу составляет 79–84%.

При наблюдаемом распределении влажности по торфяным разрезам движение влаги вниз и по направлению к реке практически не происходит, т. к. разности потенциалов почвенной влаги, являющейся причиной движения воды, в представленных разрезах не наблюдается, а подстилающие породы – сапрпель и суглинки являются практически водоупорами.

Заключение

В заключение статьи следует отметить, что вопрос о влиянии болот на речной сток имеет принципиальное значение для оценки их гидрологической роли, необходимой для проведения различных мелиоративных работ.

Единой точки зрения относительно гидрологического значения болот, особенно их «регулирующей» роли у гидрологов до сих пор нет. Установлено, что болота уменьшают среднюю величину стока: с заболоченных территорий в реки поступает меньше стока, чем с сопредельных не заболоченных земель. При осушении болот (в центральных районах России) может произойти как увеличение, так и сокращение меженного стока в зависимости от геолого-гидрологического строения долины реки.

Библиографический список

1. Ахметьева Н.П. Торфяные болота центральных областей Европейской части России: их трансформация за последние 100 лет / Н.П. Ахметьева, А.В. Михайло-

- ва, Г.Н. Кричевец, А.Ю. Беляев. – М.: ГЕОС, 2020. – 141 с.
2. *Grinchenko O.S., Sviridova T.V., Kontorshchikov V.V.* Long-Term Dynamics of Ecosystems in the North of Moscow Region (Rationale for Creation of the «Crane Country» Nature Park) // *Ecosystems: Ecology and Dynamics*. – 2020. – Т. 4. – № 1. – С. 138–169.
 3. *Grinchenko O.S., Dulin A.V., Zöckler C., Tennhardt T., Mokiyevskiy N.V.* Efficiency of Ecosystems Rehabilitation in the Flooded Peat Bogs in the Dubna Floodplain, According to the Analysis of the Dynamics of the Nesting Population of the Common Crane (Taldom Urban District, Moscow Region) // *Ecosystems: Ecology and Dynamics*, 2021. – Т. 5. – № 2. – С. 102–117.
 4. *Ахметьева Н.П., Беляев А.Ю., Гринченко О.С., Кричевец Г.Н., Кудряшова В.В., Лапина Е.Е., Михайлова А.В.* Заказник «Журавлиная Родина»: современное состояние и охрана от торфяных пожаров на осушенном болоте «Дубненский массив» // *Труды Инсторфа*. – 2016. – № 14 (67). – С. 12–21.
 5. *Марков Е.С.* Мелиорация пойм нечерноземной зоны / Е.С. Марков. М.: Колос, 1973. – 320 с.
 6. Гидрологические ежегодники: 1963–1978 гг. Бассейн Каспийского моря (без Кавказа и Средней Азии). – Л.: Гидрометеоздат (ГИМИЗ). – Т. 4.
 7. *Лавров С.А., Калюжный И.Л.* Основные гидрофизические параметры осушенных болот Республики Карелия и Мурманской области // *Водное хозяйство России*. – 2020. – № 2. – С. 23–36.
 8. *Кудельский А.В.* Гидрогеологическая экспертиза широкомасштабных осушительных мелиораций Белорусского Полесья / А.В. Кудельский, А.М. Гречко, Т. Д. Кривецкая, В.И. Пашкевич. – Минск: Наука и техника, 1993. – 112 с.

УДК 622.331:622.271.9

Столбикова Г.Е.

Столбикова Галина Евгеньевна, к. т. н., доцент кафедры горного дела, природообустройства и промышленной экологии ТвГТУ, gtp1938@mail.ru

Купорова А.В.

Купорова Александра Владимировна, старший преподаватель кафедры горного дела, природообустройства и промышленной экологии ТвГТУ, borale@inbox.ru

Черткова Е.Ю.

Черткова Елена Юрьевна, к. т. н., доцент кафедры горного дела, природообустройства и промышленной экологии ТвГТУ, lastochka-w@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ ТОРФА ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ

Аннотация. Представлены исследования влияния саморазогревания, намокания и промерзания фрезерного торфа на потери его при хранении в полевых условиях. Установлено, что потери органического вещества торфа от саморазогревания зависят от степени разложения, вида получаемой продукции, температуры разогревания (продолжительности хранения), профилактических мероприятий, а также технологической схемы добычи торфа. Также установлена зависимость потерь торфа от намокания и промерзания, от длительности хранения и суммы выпавших осадков за этот период.

Ключевые слова: фрезерный торф, потери, изоляция, уплотнение, намокание, промерзание, саморазогревание.

Stolbikova G.E.

Stolbikova Galina E., Ph.D (Technical Sciences), Ass. Prof. of the Chair of Mining Engineering and Industrial Ecology of the Tver State Technical University, gtp1938@mail.ru

Kuporova A.V.

Kuporova Aleksandra V., Senior Lecturer of the Chair of Mining Engineering and Industrial Ecology of the Tver State Technical University, borale@inbox.ru

Chertkova E.Yu.

Chertkova Elena Y., Candidate of technical sciences, Ass. Prof., Chair of Mining Engineering and Industrial Ecology of the Tver State Technical University, lastochka-w@mail.ru.

PEAT STORAGE LOSSES INVESTIGATION

Abstract. The paper investigates the effect of self-heating, wetting and freezing of different milled peat types on field storage losses. It has been found that the loss of organic matter in peat due to self-heating depends on peat decay degree, type of product obtained, heating temperature (storage duration), preventive measures taken and the technological scheme of peat extraction. It has been established that there is a dependence of peat losses on its wetting and freezing, storage duration, and the total amount of precipitation accumulated over a certain period.

Keywords: milling peat, losses, insulation, sealing, wetting, freezing, self-heating.

После окончания сезона добычи фрезерный торф хранится в складочных единицах (штабелях) под открытым небом от нескольких дней до 12...13 месяцев (иногда до двух лет). За время хранения на торф воздействуют осадки, ветер, потоки влаги из залежи, а также в штабелях могут происходить процессы саморазогревания и самовозгорания. Часть товарного торфа из-за намокания от осадков переходит в некондиционное состояние, кроме того, часть органической массы торфа теряется в результате саморазогревания и самовозгорания. Величина потерь торфа при хранении также зависит от времени и продолжительности хранения, погодных условий, природы торфа и его качественной характеристики. Важное значение имеют соблюдение технических требований к операции штабелирования торфа и выполнение определенных работ, предусмотренных инструкциями по хранению торфа [1].

Потери торфа при хранении регламентированы действующими нормативами, их величины приведены в табл. 1.

Плановые потери торфа при хранении в полевых условиях в укрупненных штабелях (при отдельной уборке) приведены в табл. 2.

Таблица 1. Потери торфа при хранении, % [2]

Table 1. Peat storage losses, % [2]

Вид продукции	Степень разложения торфа, %		
	≤ 25	26...40	> 40
Топливный фрезерный торф	10	7	5
Фрезерный торф повышенной влажности для сельского хозяйства	5	5	5
Торф для подстилки	15	–	–

Таблица 2. Потери торфа при хранении в укрупненных штабелях, % [1]

Table 2. Peat storage losses in enlarged stacks

Наименование продукции	Срок хранения, мес.	Нормы убыли торфа, %, при степени разложения		
		до 15	15...25	более 25
Торф фрезерный для подстилки	12	8,0	5,0	–
Торф топливный для пылевидного сжигания и производства брикетов	12	8,0	5,0	2,0
Торф фрезерный для приготовления компостов и удобрений	12	–	4,0	2,0

Из данных (табл. 1 и 2) следует, что нормативы учитывают качественную характеристику торфа (степень разложения) и его уборочную влажность в зависимости от вида получаемой продукции. Влияние других факторов на величину потерь не учтено, таких как саморазогревание и проведение профилактических мероприятий для снижения разогревания торфа, намокания и промерзания торфа при хранении в штабелях, хотя в ряде случаев фактические потери значительно отличаются от приведенных. Поэтому встал вопрос о необходимости исследования влияния саморазогревания, проведения профилактических мероприятий, а также намокания и промерзания на потери фрезерного торфа при хранении.

При хранении фрезерного торфа в полевых условиях в складочных единицах (штабелях) происходит процесс саморазогревания в результате микробиологической деятельности и химических реакций, вследствие которого возникают потери органического вещества торфа. Определение потерь органического вещества торфа можно оценить тремя методами [4]: 1 – путем прямого взвешивания проб торфа, хранившегося в штабеле в мешочках из пористой стеклоткани. Этот метод дает фактические потери торфа, однако он очень трудоемок, так как для оценки потерь по всему штабелю требуется закладки большого количества (25...30 мешочков); 2 – по изменению зольности. Этот метод основан на повышении зольности в штабеле после хранения вследствие потерь органического вещества от саморазогревания. В действительности им оцениваются суммарные потери от выноса ветром и саморазогревания; 3 – по выходу полукокса. Этот метод тоже очень трудоемкий.

Исследованиями [3] установлено, что на величину потерь органического вещества торфа существенное влияние оказывает температура разогревания. Средние потери за один месяц хранения низинного торфа при общей продолжительности хранения 8...10 месяцев зависят от температуры разогревания. Ниже 70 °С потери составляют 0,4...0,6 % на органическое вещество, при температуре 70...75 °С они возрастают до 0,9...1,0 %, а выше 75 °С достигают 1,5 % и более в месяц. Потери органического вещества при температуре ниже 70 °С происходят в первую очередь за счет усиленной микробиологической и ферментативной деятельности. Выше 75 °С наряду с окислительными процессами начинается термиче-

ское разложение торфа. При 75 °С и особенно выше 75 °С резко усиливаются процессы термической деструкции, которые сопровождаются большими изменениями в химическом составе торфа. Для верхового торфа эти потери существенно выше, так как уже при 60 °С потери достигают 1% [6]. Все описанные процессы сопровождаются повышением температуры. Поэтому встал вопрос о способе определения потерь органического вещества при его длительном хранении по известной температуре разогрева.

Объектом исследования был принят фрезерный торф низинного и верхового типа при степени разложения трех групп менее 15 %; от 15 до 25 и более 25 %. Вид получаемой продукции – топливо при условной влажности 40 % и торф повышенной влажности 55 %, используемый в сельском хозяйстве и для получения продуктов различного назначения. Учитывались профилактические мероприятия: 1 – передвижка штабелей в процессе добычи, внутренняя изоляция, уплотнение; 2 – послойное уплотнение и изоляция в конце сезона.

Потери фрезерного торфа от саморазогревания происходят в течение всего периода хранения и возрастают пропорционально сроку хранения и температуре разогрева. Минимальные потери от саморазогревания в первом приближении могут быть рассчитаны следующим образом.

Количество тепла (Q), которое необходимо для нагревания торфа от температуры t_1 до t_2 , определяется по формуле:

$$Q = C_q \cdot m(t_2 - t_1)$$

где C_q – удельная теплоемкость торфа, кДж/кгК; W – влагосодержание торфа, кг/кг; m – масса торфа, равная 1 кг; t_1 и t_2 – температура торфа в начале и конце хранения, К.

Удельная теплоемкость определяется по формуле

$$C_q = 1,97 + 4,19 \cdot W$$

Тепловые потери, %

$$P_{\text{ов}} = \frac{Q}{Q_T} 100,$$

где Q_T – теплотворная способность торфа, кДж/кг.

Следует отметить, что в приведенном расчете тепловых потерь не учитывается теплообмен торфа в штабеле с окружающим воздухом. Поэтому фактическая величина потерь

торфа от саморазогревания за период хранения значительно больше.

Расчет потерь торфа проводился для торфов близкой характеристики по типу и степени разложения. Средняя величина потерь рассчитывается для конкретного предприятия (участка) как среднее динамическое по отдельным участкам (полям).

Потери фрезерного торфа от саморазогревания за один месяц хранения в различных условиях проведения профилактических мероприятий приведены на рис. 1. Из представленных графиков следует, что с увеличением степени разложения потери торфа от саморазогревания имеют тенденцию к снижению как для топливного торфа (рис. 1, а), так и для торфа повышенной влажности (рис. 1, б). Причем эти потери значительно больше для топливного торфа без проведения профилактических мероприятий (рис. 1, кривые 1) примерно на 30...50 %. При проведении профилактических мероприятий, таких как передвижка штабелей, внутренняя изоляция и уплотнение торфа наблюдается снижение этих потерь для топ-

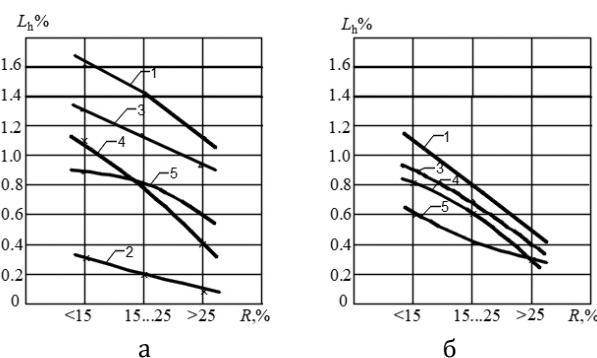


Рис. 1. Потери фрезерного торфа от саморазогревания за 1 месяц хранения (%) в зависимости от степени разложения R : а – при добыче торфа на топливо, $\omega_y = 40\%$; б – при добыче торфа повышенной влажности, $\omega_y = 55\%$; при проведении профилактических мероприятий: 1 – без них; 2 – изоляция полиэтиленовой пленкой; 3 – передвижка, внутренняя изоляция, уплотнение; 4 – послойное уплотнение, изоляция в конце сезона; 5 – раздельная уборка.

Fig. 1. Month storage losses of milled peat due to self-heating (%) depending on peat decay degree R : а – for fuel peat harvesting, $\omega_y = 40\%$; б – for high moisture content peat harvesting, $\omega_y = 55\%$. Under preventive measures conditions: 1 – without them; 2 – sealing with polyethylene film; 3 – moving, internal sealing, compaction; 4 – layer-by-layer compaction, end-of-season sealing; 5 – two-stage harvesting.

ливного торфа на 20%, а для торфа повышенной влажности на 15% (рис. 1, кривые 3). При послойном уплотнении в процессе уборки и штабелирования и изоляции штабеля в конце сезона это снижение потерь еще больше для топливного торфа, соответственно от 30 до 70%, для торфа повышенной влажности – на 30...40% (рис. 1, кривые 4). При проведении же раздельной уборки (рис. 1, кривые 5) это снижение потерь составляет как для топливного, так и торфа повышенной влажности от 30 до 45%. Такое значительное снижение потерь торфа происходит вследствие уплотнения торфа при проведении операции штабелирования при передвижке торфа от основания к вершине при заходе бульдозера-штабелера по аппарели на штабель.

Потери фрезерного торфа от намокания и промерзания могут быть определены в зависимости от толщины намокшего и промерзшего слоя ($h_{н+п}$) и размера штабелей (его высотой $H_{шт}$). Потери торфа от намокания и промерзания в зависимости от степени разложения R и количества осадков $\Sigma h_{ос}$ представлены на рис. 2.

При определении потерь торфа от намокания и промерзания учитываются осадки за период с сентября до вывозки торфа потребителю. Из анализа построенных зависимостей следует, что при увеличении степени разложения потери торфа от намокания и промерзания значительно снижаются, так при увеличении степени разложения от < 15 до 25%

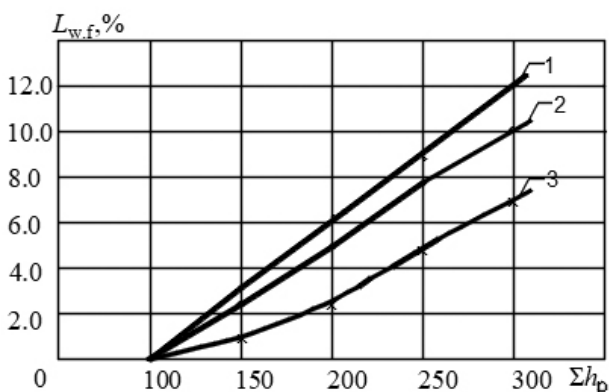


Рис. 2. Потери торфа от намокания и промерзания при различной величине осадков за период хранения (%) и степени разложения торфа R : 1 – до 15%; 2 – 15...25%; 3 – более 25%.

Fig. 2. Milled peat losses due to wetting and freezing at different precipitation rates during a storage period (%) and with various peat decay degree R : 1 – up to 15%; 2 – 15... 25%; 3 – more than 25%.

это снижение составляет около 20% (от 3 до 2,5%), а при увеличении степени разложения до $> 25\%$ (от 3 до 1%) уже в 3 раза при суммарных осадках за время хранения 150 кг/м^2 . При возрастании суммы выпавших осадков потери от намокания и промерзания возрастают в несколько раз. С увеличением суммы осадков в 2 раза с 150 до 300 кг/м^2 для торфа со степенью разложения $< 15\%$ намокание и промерзание возрастает в 4 раза и составляет 12%, а для торфа степени разложения более $> 25\%$ эти потери всего 7%.

Такое снижение потерь торфа происходит из-за того, что в торфе малой степени разложения сохраняется большее количество неразложившихся частиц растений – торфообразователей, которые имеют большую водопоглотительную способность впитывать и удерживать в себе влагу.

При изоляции торфа полиэтиленовой пленкой или слоем влажной торфяной залежи толщиной 40 см потери торфа от намокания равны нулю. При добыче торфа раздельным способом потери от осадков и низких температур снижаются в 2 раза.

На основе изучения технологических схем хранения фрезерного торфа в штабелях в производственных условиях под открытым небом с учетом данных производственных объединений и предприятий по добыче, хранению и транспорту готовой продукции были определены средние величины естественной убыли торфа при его хранении. Значения естественной убыли фрезерного торфа на топливо ($\omega_y = 40\%$) и повышенной влажности для сельского хозяйства и производства различной продукции для народного потребления ($\omega_y = 55\%$), полученные из низинного и верхового типов торфяной залежи, представлены на рис. 3. Анализ потерь торфа показывает, что для верхового торфа (рис. 3, б) все потери значительно выше, чем для низинного (рис. 3, а), особенно это характерно для торфа, который хранится без каких либо профилактических мероприятий (рис. 3, кривые 1). При проведении профилактических мероприятий (рис. 3, кривые 2 и 3) убыль органического вещества от саморазогревания значительно снижается при увеличении степени разложения. Это снижение выше при проведении послойного уплотнения торфа и изоляции его в конце сезона (кривые 3). Значительно меньше потери от саморазогревания при раздельной уборке (кривые 4). Максимальные потери от намока-

ния и промерзания меньше, чем от саморазогревания в несколько раз (рис. 3, кривые 5), с увеличением степени разложения они снижаются с 6,5 до 2,5%.

Общие потери за период хранения (%) определяются как сумма потерь органического вещества торфа и потерь от намокания и промерзания:

$$P_{\text{общ.}} = P_{\text{ОВ}} \cdot \tau_{\text{ХР}} + P_{\text{Н.П.}}$$

где $P_{\text{ОВ}}$ – потери органического вещества торфа от саморазогревания за один месяц хранения, %; $\tau_{\text{ХР}}$ – длительность периода хранения, мес., $P_{\text{Н.П.}}$ – потери от намокания и промерзания, %.

При определении планируемых размеров потерь и при проектировании торфяных предприятий срок хранения для фрезерного торфа принимается 12 месяцев. Потери фрезерного торфа происходят также при погрузке за счет просыпки и транспортировании его потребителю вследствие выдувания его воздушным потоком. Для сокращения этих потерь реко-

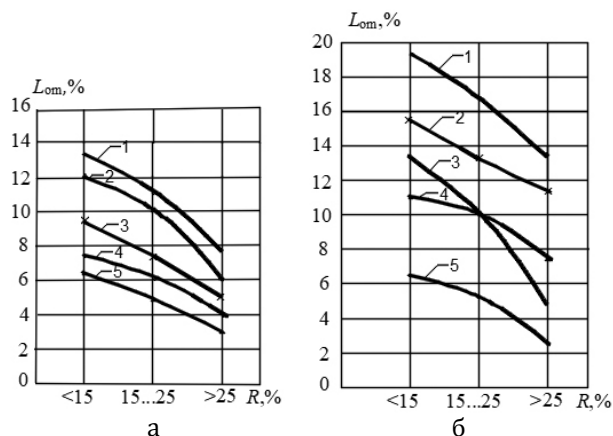


Рис. 3. Значения потерь *а* – низинного и *б* – верхового торфа при хранении в зависимости от степени разложения *R* при саморазогревании и профилактике: 1 – без профилактики; 2 – передвижка, внутренняя изоляция, уплотнение; 3 – послойное уплотнение и изоляция в конце сезона; 4 – раздельная уборка; 5 – максимальные потери от намокания и промерзания.

Fig. 3. The values of storage losses: *a* – for lowland peat; *b* – for upland peat, depending on peat decay degree *R* under self-heating and preventive measures conditions 1 – without preventive measures conditions; 2 – stack moving, internal sealing, compaction; 3 – layer-by-layer compaction and end-of-season sealing; 4 – two-stage harvesting; 5 – maximum losses due to wetting and freezing.

мендуется производить уплотнение торфа и наносить защитные покрытия на открытую поверхность торфа в транспортном средстве. Убыль торфа при транспортировании не должна превышать 0,2% массы нетто груза.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют, что потери органического вещества торфа от саморазогревания зависят от степени разложения торфа, температуры разогревания, длительности хранения и проводимых профилактических мероприятий, а также типа торфа и технологической схемы добычи. При увеличении степени разложения потери торфа снижаются. Для верхового типа торфа эти потери выше, чем для низинного более чем на 20%. При проведении профилактических мероприятий послойного уплотнения, передвижек, внутренней изоляции и уплотнения в конце сезона происходит уменьшение этих потерь на 15...20%. В схеме добычи торфа с раздельной уборкой потери от саморазогревания снижаются в 1,5...2,0 раза. Потери торфа от намокания и промерзания снижаются с 6,5 до 2,5% и зависят от длительности хранения и суммы выпавших осадков за время хранения.

Библиографический список

1. *Столбикова Г.Е.* Процессы открытых горных работ. Фрезерный торф: учебное пособие / Г.Е. Столбикова, О.С. Мисников, В.А. Иванов. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2017. – 160 с.
2. *Нормы технологического проектирования предприятий по добыче торфа.* ВНТП 19–86. – М.: МТП РСФСР, 1986. – 117 с.
3. *Панкратов Н.С.* Потери органического вещества низинного торфа в процессе саморазогревания / Н.С. Панкратов, С.С. Маль, П.Л. Фалюшин // *Торф. пром-ть*, 1972. – № 6. – С. 18–20.
4. *Панкратов Н.С.* Превращение торфа и его компонентов в процессе саморазогревания при хранении / Н.С. Панкратов. – Минск, 1972. – 320 с.
5. *Панкратов Н.С.* О критической температуре при хранении торфа в штабелях / Н.С. Панкратов, С.С. Маль, С.С. Поваркова // *Торф. пром-сть*, 1974. – № 2. – С. 18–20.
6. *Гаврильчик Н.С.* Потери органического вещества при хранении верхового торфа / Н.С. Гаврильчик, Г.И. Максименок, В.С. Соколов. *Состояние и перспективы комплексного использования торфа.* – Минск: Наука и техника, 1975. – С. 127–131.

УДК 629.113

Петров А.А.

Петров Александр Александрович, конструктор-изобретатель болотно-шагающих технологических машин, внештатный научный сотрудник кафедры технологических машин и оборудования Тверского государственного технического университета, tverotk@mail.ru

Зюзин Б.Ф.

Зюзин Борис Федорович, д. т. н., проф., заведующий кафедрой технологических машин и оборудования Тверского государственного технического университета, zbfu@yandex.ru

СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ШАГАЮЩИХ БОЛОТОХОДНЫХ МАШИН И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Аннотация. Приведены основные способы повышения тягово-сцепных свойств шагающих болотоходных машин при их передвижении по неосушенной торфяной залежи и устройства для их осуществления. Рациональными устройствами для повышения тягово-сцепных свойств шагающих болотоходных машин являются активные грунтозацепы, управляемые в настоящее время вручную за счет работы гидропривода от силовых цилиндров. Однако ручное управление активными грунтозацепами не позволяет реализовать полностью тягово-сцепные свойства и проходимость шагающих машин.

В настоящее время на уровне изобретения разработаны два устройства для автоматического управления активными грунтозацепами с целью повышения эффективности их работы. Применение таких устройств на серийных шагающих болотоходных машинах БШМ и БШМ-1 позволит существенно упростить управление ими и повысить их тягово-сцепные свойства и проходимость за счет своевременного автоматического включения и выключения грунтозацепов, что обеспечит возможность использования машин преимущественно в качестве болотных тягачей при транспортировании нагруженных прицепов по болотам любой категории сложности.

Ключевые слова: тягово-сцепные свойства, шагающая болотоходная машина, неосушенная торфяная залежь, активные грунтозацепы, автоматическое управление, шагающий болотный тягач.

Petrov A.A.

Petrov Alexander A., designer and inventor of mire-walking technological machines, freelance researcher at the Chair of Technological Machines and Equipment of the Tver State Technical University, tverotk@mail.ru

Zyuzin B.F.

Zyuzin Boris F., Dr. Sc., Prof., Head of the Chair of Technological Machines and Equipment of the Tver State Technical University, zbfu@yandex.ru

WAYS TO INCREASE TRACTION COUPLING PROPERTIES OF WALKING SWAMP-WALKING MACHINES AND DEVICES FOR THEIR IMPLEMENTATION

Abstract. The main ways of increasing the traction properties of swamp-walking machines (SWM) when they move through an undried peat deposit and devices for their implementation are given. Rational devices for improving the traction properties of walking swamp-walking machines are active ground hooks, currently controlled manually due to the operation of a hydraulic drive from power cylinders. However, manual control of active ground hooks does not allow to fully realize the traction properties and patency of walking machines. Currently, at the level of the invention, two devices have been developed for automatic control of active ground hooks in order to increase the efficiency of their operation. The use of such devices on serial walking swamp-walking machines SWM and SWM-1 will significantly simplify their management and increase their traction properties and patency due to timely automatic switching on and off of ground hooks, which will ensure the possibility of using machines primarily as swamp tractors when transporting loaded trailers through swamps of any complexity category.

Keywords: traction-coupling properties, swamp-walking machine, undrilled peat deposit, active ground hooks, automatic control, walking swamp tractor.

Увеличение тягово-цепных свойств шагающих болотоходных машин является одним из основных направлений повышения их проходимости в условиях неосушенной торфяной залежи. Однако конструкции современных серийных шагающих болотоходных машин не позволяют в полной мере реализовать эти свойства в указанных условиях. Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что тяговое усилие шагающего движителя увеличивается с увеличением силы сцепления с грунтом его неподвижных опор (неподвижной опоры) и с уменьшением силы сопротивления передвижению переносимой опоры (переносимых опор) [1].

На основании исследований можно перечислить основные способы повышения тягово-цепных свойств шагающей болотоходной машины (табл. 1).

За счет увеличения высоты подъема опор (клиренса) большого эффекта в повышении тягового усилия шагающей болотоходной машины не достичь. Увеличение клиренса приводит в конечном итоге к уменьшению проходимости шагающего движителя на неосушенной торфяной залежи, так как переносимая опора (опоры) перестает (перестают) воспринимать на себя часть веса движителя и его осадка возрастает.

Применение прямолинейных скосов на подошвах опор в их передней и задней части под определенными углами обеспечивает неболь-

шое снижение силы сопротивления грунта передвижению опор и повышение тягово-цепных свойств шагающего болотохода.

Балластировка движителя чугунами или железобетонными грузами, жидкостью с низкой температурой замерзания и другими грузами имеет свои отрицательные стороны. При переходе с больших тяговых усилий на малые и с низких скоростей на повышенные балласт способствует увеличению потерь на передвижение и снижению к.п.д. движителя.

Кроме того, с увеличением сцепного веса увеличивается осадка движителя, которая приводит к увеличению сопротивления передвижению опор и снижению тягово-цепных свойств и проходимости шагающего движителя.

Более рациональным путем повышения тягово-цепных свойств шагающего болотохода на неосушенной торфяной залежи является применение пассивных и особенно активных грунтозацепов.

Для увеличения силы сцепления шагающих опор с грунтом специалистами кафедры «Торфяные машины и комплексы» (ТМК) Калининского политехнического института (КПИ) были разработаны две конструкции пассивных грунтозацепов, которые имели относительно небольшие размеры по высоте.

Одна из таких конструкций была установлена на подошвах опор шагающего болотохода БШ-1 конструкции КПИ (рис. 1).

Характерной ее особенностью является то, что высота грунтозацепов выполнена увеличивающейся в направлении ее носовой части [2]. Работа таких пассивных грунтозацепов

Таблица 1. Основные способы повышения тягово-цепных свойств шагающей болотоходной машины

Table 1. The main ways to improve the traction properties of a swamp-walking machine

№ п/п	Способ	Реализация способа
1	Уменьшение силы сопротивления передвижению переносимой опоры (переносимых опор).	Увеличение высоты подъема опор (клиренса). Применение опор со скосами на подошвах в их передней и задней части.
2	Увеличение сцепного веса движителя.	Балластировка различными грузами.
3	Увеличение сцепления опор движителя с неосушенной торфяной залежью.	Применение пассивных грунтозацепов; рациональный подбор их формы и геометрических параметров. Применение активных грунтозацепов с ручным управлением. Применение активных грунтозацепов с автоматическим управлением.

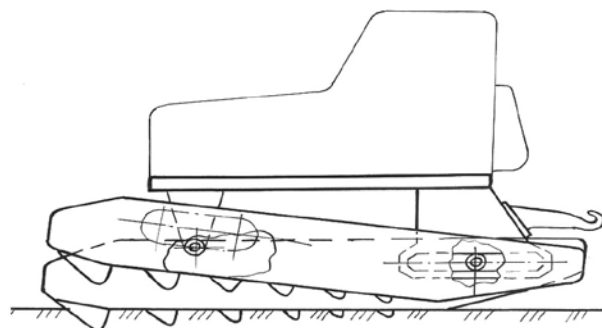


Рис. 1. Схема установки поперечных грунтозацепов переменной высоты на подошвах опор шагающего болотохода БШ-1 [2]

Fig. 1. Scheme of installation of transverse grapplers of variable height on the soles of the supports of the swamp walker SW-1 [2]

переменной высоты заключается в следующем. При опускании шагающей опоры более высокие передние грунтозацепы полностью входят в податливый грунт и удерживают ее от буксования, обеспечивая болотоходу повышенную тяговую нагрузку. При переносе опоры преимущественно приподнимается ее передняя часть с высокими грунтозацепами, а задние грунтозацепы малой высоты не «пропахивают» по поверхности грунта и практически не оказывают сопротивления передвижению.

Другая конструкция пассивных грунтозацепов выполнена подпружиненной. Грунтозацепы такой конструкции были установлены на передней торцевой части опор шагающего болотного тягача конструкции КПИ (рис. 2).

Испытания грунтозацепов показали, что они заглубляются в грунт на величину, обратно пропорциональную его прочности, что повышает тягово-сцепные свойства движителя и с экологической точки зрения является рациональным [3].

При передвижении по твердому грунту пружина грунтозацепа уменьшит динамическую нагрузку на опору при ее опускании на грунт, что повышает плавность хода.

Тяговые усилия, развиваемые шагающими болотоходными машинами, подошвы опор которых оснащены пассивными грунтозацепами, ограничены небольшой их высотой, которая, в свою очередь, ограничена высотой подъема шагающих опор и возможностью их беспрепятственного переноса при погружении транспортного средства в вязкий заболочен-



Рис. 2. Фото грунтозацепа правой боковой опоры шагающего болотохода БТ-1 конструкции КПИ

Fig. 2. Photo of the ground hook of the right side support of the swamp walker ST-1 of the Kalinin Polytechnic Institute (KPI) design

ный грунт. Вследствие малой высоты пассивных грунтозацепов тяговое усилие шагающего транспортного средства оказывается недостаточно высоким при передвижении по заболоченным грунтам, что не позволяет из-за повышенного буксования перевозить прицепы, нагруженные грузом большой массы.

Активные грунтозацепы отличаются от пассивных грунтозацепов значительными размерами и являются подвижными. Их функционирование зависит от нормальной работы других устройств, например, управляющих устройств, какими являются силовые цилиндры.

С целью повышения тягового усилия шагающего болотохода и возможности его использования в качестве болотного тягача разработано три варианта активных (управляемых) грунтозацепов, применение которых целесообразно в условиях сильнообводненной торфяной залежи [4–6]. Они имеют значительную высоту и площадь.

Работа активных грунтозацепов заключается в следующем. При поочередном погружении опор в вязкий грунт в него поочередно опускают и грунтозацепы на необходимую величину, обеспечивающую достаточное сцепление. При подъеме опор вместе с ними приподнимают грунтозацепы, чтобы они не создавали «бульдозерного эффекта» при их передвижении совместно с опорами.

Один из таких активных грунтозацепов с ручным управлением применен в конструкции шагающего болотного тягача БТ-1 (рис. 3) [5].

Его грунтозацеп смонтирован в передней части средней опоры. Его называют внут-

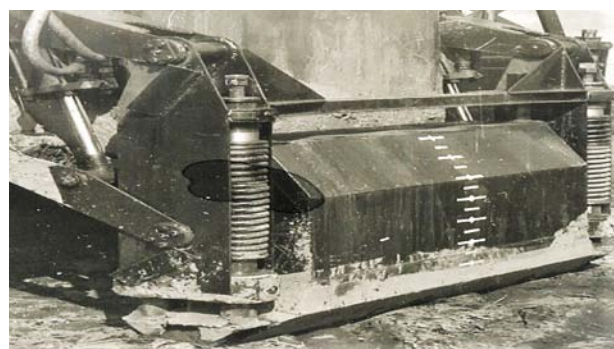


Рис. 3. Фото активного грунтозацепа с ручным управлением, установленного на средней опоре шагающего болотного тягача БТ-1 конструкции КПИ

Fig. 3. Photo of an active manually operated ground trailer mounted on the middle support of a walking swamp tractor ST-1 of the KPI design

ренним грунтозацепом, который опускают и поднимают на каждом шаге средней опоры с помощью пары гидроцилиндров, управление которыми производится рычагами гидрораспределителя вручную машинистом шагающей машины из ее кабины.

Другой активный грунтозацеп смонтирован в передней части боковых опор шагающего каналокопателя конструкции Тверского политехнического института, изготовленного в 1990 г. заводом опытных машин НПО «Радченкоторф» Тверской области по заказу РПО «Латвмелиорация» (рис. 4) [6].

Такой грунтозацеп называют внешним. Его опускают и поднимают на каждом шаге боковых опор с помощью пары гидроцилиндров, управляемых золотниками гидрораспределителя. Аналогично конструкции внутреннего грунтозацеп шагающего болотного тягача БТ-1 управление внешним грунтозацепом шагающего каналокопателя также производится машинистом из кабины вручную.

Успешные испытания внутреннего и внешнего активных грунтозацепов на шагающем

болотоходе БТ-1 и на шагающем каналокопателе позволили взять эти конструкции за основу для дальнейшей разработки с целью применения на всех последующих моделях машин, включая серийные образцы БШМ и БШМ-1 (рис. 5, 6) [7, 8].



Рис. 4. Фото шагающего каналокопателя конструкции ТПИ с активным внешним грунтозацепом с ручным управлением

Fig. 4. Photo of a walking channel digger of the TPI design with an active external ground hook with manual control



Рис. 5. Фото шагающего болотохода БШМ с двумя активными грунтозацепами с ручным управлением

Fig. 5. Photo of swamp walker SWM with two active hand-operated ground hooks



Рис. 6. Фото шагающего болотохода БШМ-1 с двумя активными грунтозацепами с ручным управлением

Fig. 6. Photo of a walking swamp walker SWM-1 with two active hand-operated ground hooks

На каждом современном серийном шагающем болотоходе БШМ и БШМ-1 установлено по два грунтозацепа, внутренний и внешний. Они выполнены в виде лопаток и соединены с приводами их подъема и опускания. Внутренний грунтозацеп расположен внутри внешнего. Внешний грунтозацеп выполнен в виде П-образной балки, каждая ветвь которой имеет длину не менее шага опор и шарнирно прикреплена своим концом к боковой опоре.

Одним из неудобств использования серийных образцов шагающих болотоходов БШМ и БШМ-1 является сложность и утомительность ручного управления их внешним и внутренним грунтозацепами в соответствии с гидравлической схемой. Так, в процессе движения шагающей машины машинисту необходимо кроме управления педалью сцепления, рычагом переключения скоростей и другими органами, дополнительно вручную посредством двух рычагов управлять одновременно двумя золотниками гидрораспределителя, один из которых, например, левый, предназначен для управления внутренним грунтозацепом, а правый – для управления внешним грунтозацепом.

При этом машинист должен внимательно следить за положениями грунтозацепов и визуально подбирать моменты для ручного переключения золотников гидрораспределителя.

Также для шагающих болотоходов характерно несвоевременное опускание грунтозацепов в грунт (раннее или запоздалое опускание) и несвоевременный их подъем из грунта (ранний или запоздалый подъем) вследствие бесконтрольного ручного управления их силовыми приводами и субъективной оценки машинистом момента времени, при котором необходимо производить управление грунтозацепами в условиях недостаточной обзорности элементов управления, а также из-за отсутствия регулировки скорости движения штоков гидроцилиндров, управляемых грунтозацепами.

Из-за отсутствия регулировки скорости движения штоков силовых цилиндров происходит рассогласование времени, которое требуется для подъема и опускания грунтозацепов со временем, за которое происходит подъем и опускание шагающих опор. Время подъема и опускания опор определяется скоростью поступательного движения шагающего болотохода, а время подъема и опускания грунтозацепов – скоростью движения штоков

гидроцилиндров, которая зависит от их размеров и производительности гидронасоса.

Несвоевременность управления активными грунтозацепами обусловлена также отсутствием критерия, которым необходимо руководствоваться машинисту с целью определения оптимальных моментов для своевременного переключения золотников управления силовыми цилиндрами подъема и опускания грунтозацепов.

При запоздалом подъеме грунтозацепа и при раннем его опускании происходит пропахивание им грунта («бульдозерный эффект»), что приводит к увеличению силы сопротивления передвижению опоры и снижению тягово-сцепных свойств шагающего болотохода.

При раннем подъеме грунтозацепа он перестает удерживать опору относительно грунта, и она начинает пробуксовывать. Тоже происходит и при запоздалом опускании грунтозацепа. Опора не успевает надежно заякориться в грунте, в результате чего происходит ее пробуксовывание, которое приводит к снижению поступательной скорости движения шагающей машины, а также к снижению ее тягово-сцепных свойств.

Таким образом, несвоевременный подъем или опускание грунтозацепов приводит к снижению эффективности их работы и снижению тягово-сцепных свойств шагающей машины. А поскольку тягово-сцепные свойства шагающего болотохода определяют его проходимость, то в результате их снижения также снижается и проходимость машины.

Авторами проведены исследования процесса передвижения опор шагающей болотоходной машины, в том числе боковых опор с установленным на них активным внешним грунтозацепом и средней опоры с установленным на ней активным внутренним грунтозацепом.

На основании выполненных исследований обоснованы оптимальные моменты включения и выключения активных грунтозацепов, то есть оптимальные моменты начала их опускания на грунт и начала их подъема из грунта. При этом был сделан вывод о необходимости создания устройства для автоматического управления грунтозацепами с целью повышения эффективности их использования [9].

В результате дальнейших исследований в настоящее время были разработаны два устройства (два варианта) для автоматического управления грунтозацепами, установленными на шагающем болотном тягаче [10].

Для того чтобы понять работу устройств для автоматического управления грунтозацепами, рассмотрим сначала устройство самого шагающего болотного тягача.

Шагающий болотный тягач содержит корпус 1, подвижно соединенный со средней опорой 2 и боковыми опорами, правой 3 и левой 4 (рис. 7, 8). Средняя опора 2 имеет форму удлиненного шестиугольника, а боковые опоры 3, 4 – форму удлиненных прямоугольников (рис. 7). Опоры 2–4 установлены параллельно друг другу и выполнены в виде понтонов, причем средняя опора 2 смещена на 180° относительно боковых опор 3 и 4.

Носовые части боковых опор 3, 4 соединены между собой установленным в шарнирах 5 внешним грунтозацепом 6, связанным с парой гидроцилиндров 7 (рис. 7, 8). Внешний грунтозацеп 6 имеет П-образную форму (рис. 7). Его средняя часть выполнена в виде лопатки и вынесена вперед относительно носовых торцов боковых опор 3 и 4, причем длина этого выноса должна быть не менее длины шага опор.

Перед торцом носовой части средней опоры 2 установлен подвижный в вертикальном направлении внутренний грунтозацеп 8 (рис. 8), соединенный через шарнирные звенья 9 с парой гидроцилиндров 10.

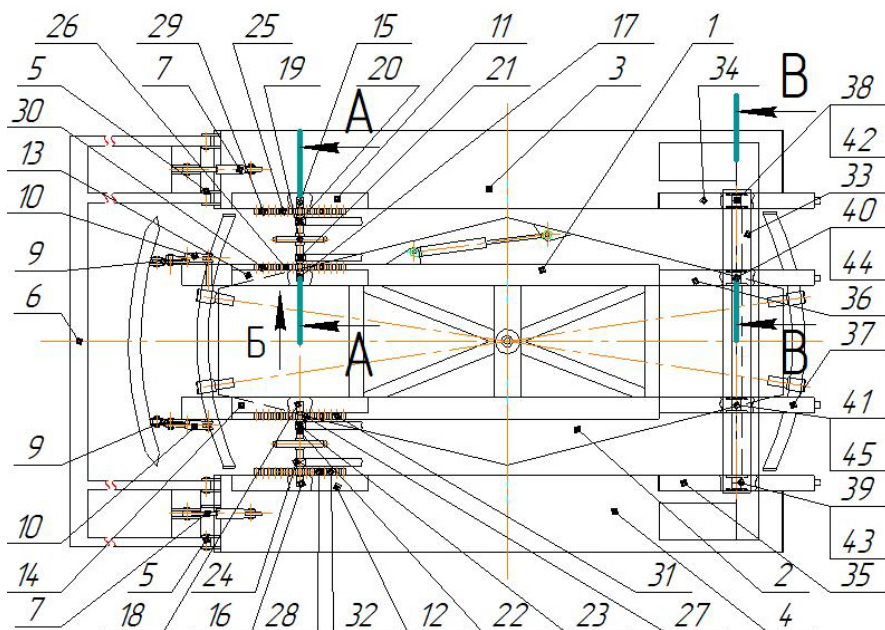


Рис. 7. Шагающий болотный тягач, вид сверху (кабина не показана)

Fig. 7. Walking swamp tractor, top view (cab not shown)

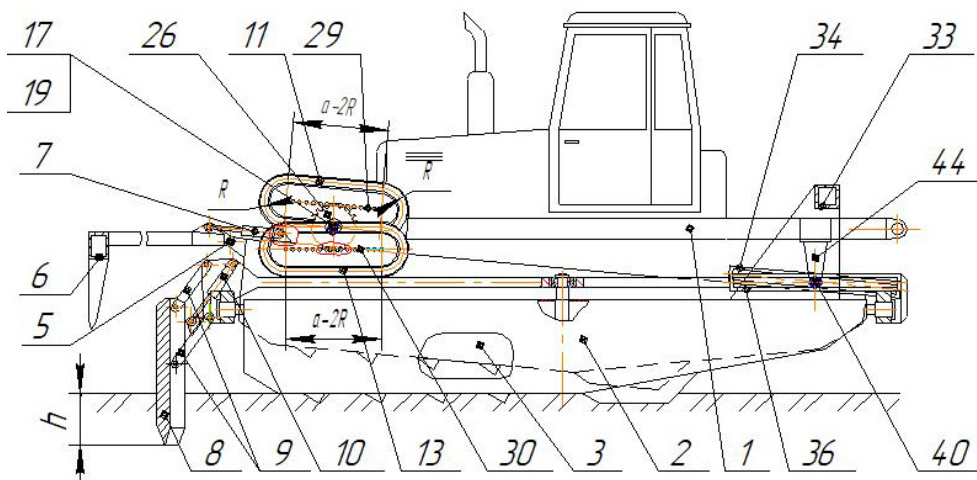


Рис. 8. Шагающий болотный тягач, вид сбоку (левая опора не показана)

Fig. 8. Walking swamp tractor, side view (left support is not shown)

Носовые части каждой опоры 2–4 снабжены параллельно установленными в продольном направлении передними направляющими овальной формы, причем на правой 3 и левой 4 опорах установлено по одной передней направляющей, соответственно 11 и 12, а на средней опоре 2 – две передние направляющие, правая 13 и левая 14 (рис. 7).

Каждая передняя направляющая 11–14 имеет длину a и состоит из четырех частей: из двух прямых параллельных ручьев, верхнего и нижнего длиной $a - 2R$, отстоящих друг от друга по высоте на расстоянии $2R$, и жестко соединенных с ними передним и задним ручьями, выполненными в виде полуколец радиусом R (рис. 7, 8).

В каждую переднюю направляющую 11–14 помещено по одному переднему катку 15–18, оснащенных приводом их перемещения. Так, в переднюю направляющую 11 правой опоры 3 помещен передний каток 15, в переднюю направляющую 12 левой опоры 4 помещен передний каток 16, в правую переднюю направля-

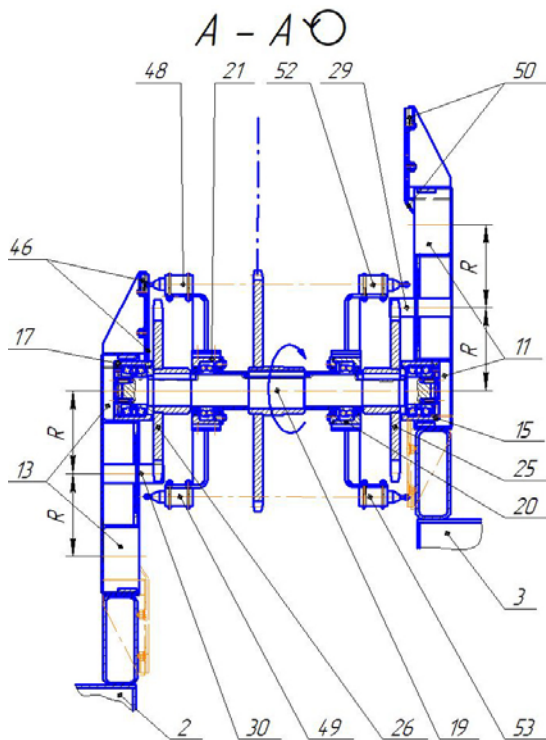


Рис. 9. Разрез по А – А на рис. 7 (поперечный разрез по правой передней направляющей средней опоры и по передней направляющей правой опоры)

Fig. 9. Section along A – A in Fig. 7 (cross section along the right front guide of the middle support and along the front guide of the right support)

ющую 13 средней опоры 2 помещен передний каток 17, а в левую переднюю направляющую 14 средней опоры 2 помещен передний каток 18 (рис. 7). При этом передние катки 15 и 17 смонтированы на концах правого приводного вала 19, который поперечно установлен на корпусе 1 в двух подшипниковых опорах, правой 20 и левой 21 (рис. 7, 9).

Передние катки 16 и 18 смонтированы на концах левого приводного вала 22, который установлен на корпусе 1 в двух других подшипниковых опорах, правой 23 и левой 24, соосно правому приводному валу 19 (рис. 7).

На правый приводной вал 19 посажены цевочные звездочки 25 и 26 (рис. 9, 10), а на левый приводной вал 22 – цевочные звездочки 27 и 28 (рис. 7).

Цевочные звездочки 25 и 26 входят в зацепление с цевками 29 и 30, установленными в один ряд посередине передних направляющих 11 и 13 (рис. 7, 9), а цевочные звездочки 27 и 28 входят в зацепление с цевками 31 и 32, установленными в один ряд посередине

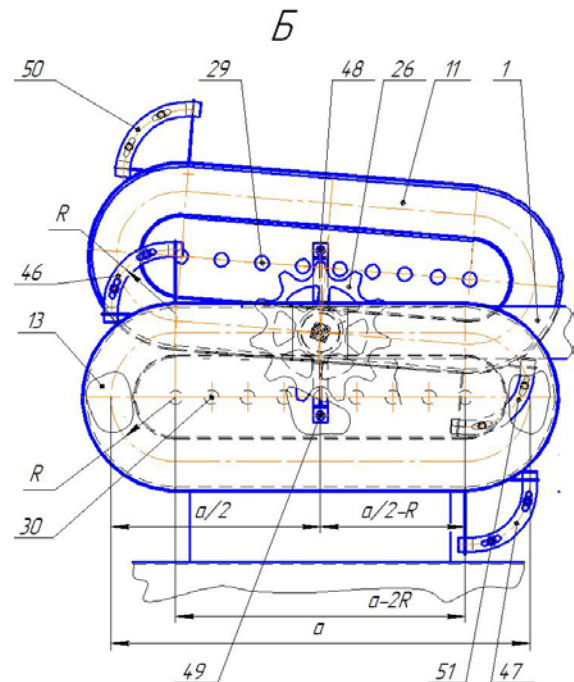


Рис. 10. Вид Б на рис. 7 (вид на правую переднюю направляющую средней опоры и на переднюю направляющую боковой опоры)

Fig. 10. View B in Fig. 7 (view of the right front guide of the middle support and the front guide side supports)

не передних направляющих 14 и 12 (рис. 7). Правая и левая опоры 3, 4 в хвостовой части жестко соединены между собой поперечно расположенной балкой 33, установленной над палубой средней опоры 2 (рис. 7). Хвостовые части каждой из опор 2–4 со стороны палубы оснащены параллельно расположенными в продольном направлении прямолинейными задними направляющими 34–37, причем на правой и левой опорах 3 и 4 установлено по одной задней направляющей 34 и 35, а на средней опоре 2 установлены две задние направляющие, правая 36 и левая 37. Каждая задняя направляющая 34–37 состоит из двух продольных балок, верхней и нижней, жестко соединенных между собой (рис. 7). На каждую заднюю направляющую 34–37 оперт корпус 1 посредством одного из задних катков 38–41, в нее помещенного. Каждый задний каток 38–41 установлен в подшипниках на оси, закрепленной в щеках каждого кронштейна 42–45 П-об-

разной формы, который своей средней частью жестко прикреплен к корпусу 1, а между его щеки пропущена каждая верхняя балка каждой задней направляющей 34–37 (рис. 7, 11). При длине каждой передней направляющей 11–14, равной a и равной длине хода каждого заднего катка 38–41 при его перемещении по каждой задней направляющей 34–37, длина последней должна быть равна сумме $a + d + 2s$, где d – диаметр реборды заднего катка, s – зазор между ребордой заднего катка в его крайнем переднем или крайнем заднем положениях и соответствующим краем задней направляющей 34–37 (рис. 7, 12).

На правой передней направляющей 13 в продольной вертикальной плоскости симметрично ее центру установлены две лыжи 46 (рис. 9) и 47 (рис. 10). Лыжа 46 установлена в верхней передней части направляющей 13 и расположена в виде второй четверти кольца (от угла $\pi/2$ до угла π), правый край рабочего

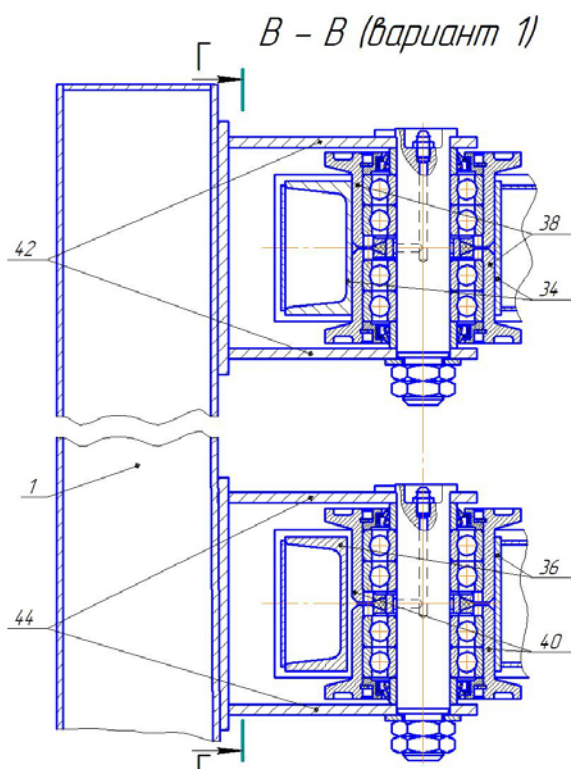


Рис. 11. Сечение по В – В на рис. 7, вариант 1 (поперечный разрез по правой задней направляющей средней опоры и по задней направляющей правой опоры)

Fig. 11. Cross-section along the B – B in Fig. 7, option 1 (cross-section along the right rear guide of the middle support and along the rear guide of the right support)

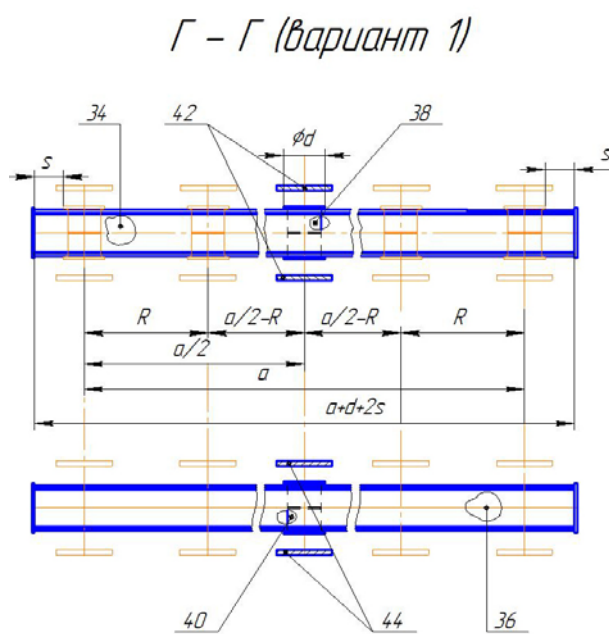


Рис. 12. Разрез по Г – Г на рис. 11, вариант 1 (разрез по кронштейнам крепления задних катков, помещенных в правую заднюю направляющую средней опоры и в заднюю направляющую правой опоры)

Fig. 12. G – G section in Fig. 11, option 1 (cut along the mounting brackets of the rear rollers placed in the right rear guide of the middle support and in the rear guide of the right support)

участка которой ограничен вертикальной линией, проходящей через стык переднего ручья направляющей 13 с ее верхним и нижним ручьями. Лыжа 47 установлена в нижней задней части направляющей 13 и расположена в виде четвертой четверти кольца (от угла $3\pi/2$ до угла 2π), левый край рабочего участка которой ограничен вертикальной линией, проходящей через стык заднего ручья направляющей 13 с ее верхним и нижним ручьями (рис. 10). Каждая лыжа 46, 47 выполнена из листовой стали в виде четверти плоского кольца со средним радиусом R и загнутыми концами (с заходной частью) и установлена на жестко прикрепленном к направляющей 13 основании, копирующем по форме лыжу 46 и лыжу 47, с возможностью перемещения вдоль него в пазах его крепежных отверстий. К левой подшипниковой опоре 21 правого приводного вала 19 параллельно его оси и на одной с ним вертикали с помощью Г-образного кронштейна прикреплен расположенный над цевочной звездочкой 26 концевой выключатель 48, повернутый своим кулачком к взаимодействующей с ним лыже 46 (рис. 11).

Симметрично концевому выключателю 48 относительно оси приводного вала к левой подшипниковой опоре 21 идентично при-

креплен под цевочной звездочкой 26 концевой выключатель 49, взаимодействующий с лыжей 47. Концевые выключатели 48, 49 установлены с возможностью перемещения вдоль своей оси в пазах крепежных отверстий Г-образных кронштейнов. На передней направляющей 11 правой опоры 3 параллельно лыжам 47 и 48 идентично им установлены лыжи 50 и 51 (рис. 12).

Напротив концевых выключателей 48 и 49 идентично им к правой подшипниковой опоре 20 сверху прикреплен концевой выключатель 52, взаимодействующий с лыжей 50, а снизу прикреплен концевой выключатель 53, взаимодействующий с лыжей 51 (рис. 9, 10).

Концевые выключатели 48 и 49 (рис. 9, 10) предназначены для автоматического переключения левого золотника 54 с электромагнитным управлением (рис. 13), от двух насосов управляющего внутренним грунтозацепом 8 (рис. 8), а концевые выключатели 52 и 53 (рис. 9) – для автоматического переключения правого золотника 55 с электромагнитным управлением (рис. 14), управляющего внешним грунтозацепом 6 (рис. 7, 8). Золотники 54 и 55 помещены в один корпус двухзолотникового гидрораспределителя, который установлен в кабине шагающего болотного тягача. Каждый

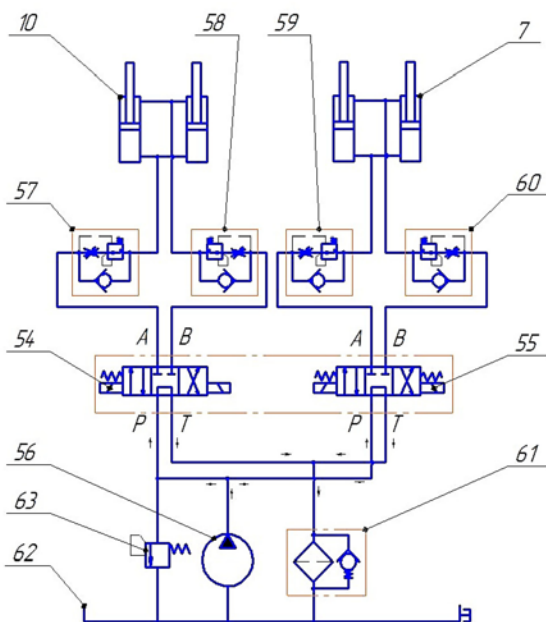


Рис. 13. Гидравлическая схема управления гидроцилиндрами грунтозацепов от одного насоса

Fig. 13. Hydraulic control scheme of hydraulic cylinders of ground hooks from one pump

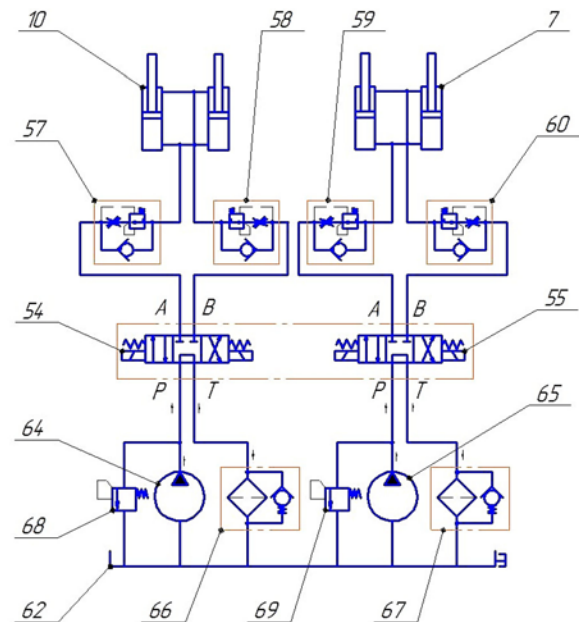


Рис. 14. Гидравлическая схема управления гидроцилиндрами грунтозацепов

Fig. 14. Hydraulic control scheme of hydraulic cylinders of ground hooks

золотник 54 и 55 имеет три позиции: левую, правую и среднюю (нейтральную). Золотники 54 и 55 соединены с гидроцилиндрами 7 и 10 с помощью трубопроводов по однонасосной гидравлической схеме, включающей в себя гидронасос 56, приводимый во вращение от силовой установки (рис. 13).

Между левым золотником 54 и левой парой силовых цилиндров 10 как со стороны их поршневых полостей, так и со стороны штоковых полостей установлены левый и правый регуляторы потока 57 и 58, в корпус каждого из которых встроены обратный клапан. Между правым золотником 55 и правой парой гидроцилиндров 7 со стороны их поршневых и штоковых полостей установлены левый и правый регуляторы потока 59 и 60, в корпус каждого из которых также встроены обратный клапан (рис. 13).

Регуляторы потока 59 и 60 предназначены для регулирования скорости движения штоков гидроцилиндров 7, 10 на их выходе независимо от направления потока рабочей жидкости,

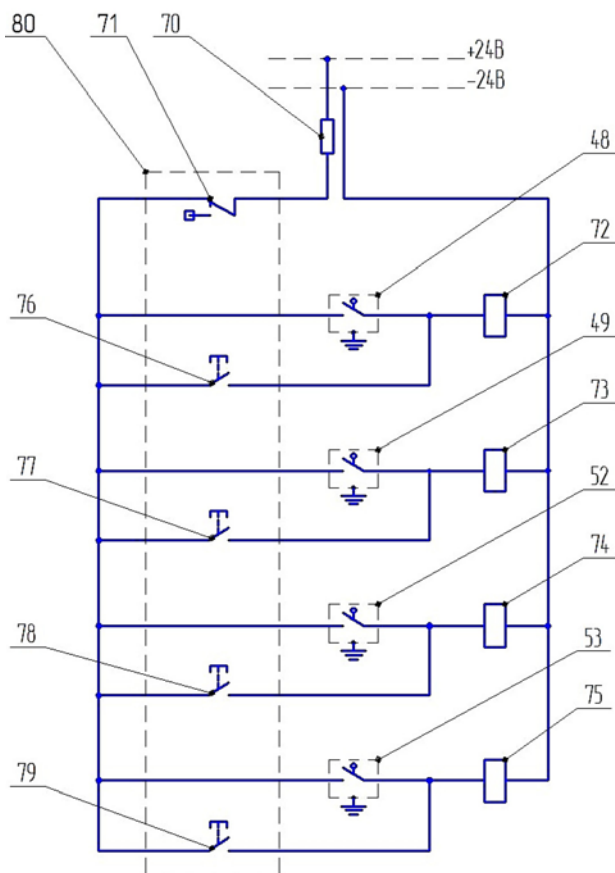


Рис. 15. Электрическая схема управления золотниками гидрораспределителя, вариант 1

Fig. 15. Electrical control diagram of the valve valves, option 1

которая не должна быть меньше величины $2VL/\pi R$ при длине хода каждого штока L и скорости движения шагающего болотного тягача V . В сливной линии установлен фильтр 61. В состав гидросхемы входит гидробак 62 и предохранительный (переливной) клапан 63, установленный параллельно гидронасосу 56.

В силовой установке шагающего болотного тягача имеется два гидронасоса, один из которых не задействован. Предпочтительно подсоединение золотников 54 и 55 управления внешним и внутренним грунтозацепами к двух парам гидроцилиндров 7 и 10 по двухнасосной гидравлической схеме, включающей в себя два гидронасоса, левый 64 и правый 65, приводимые во вращение от одной силовой установки (рис. 14).

Двухнасосная схема в отличие от схемы с одним насосом дополнительно включает в себя два фильтра, левый 66 и правый 67, вместо одного фильтра 61, а также два предохранительных клапана, левый 68 и правый 69, вместо одного предохранительного клапана 63.

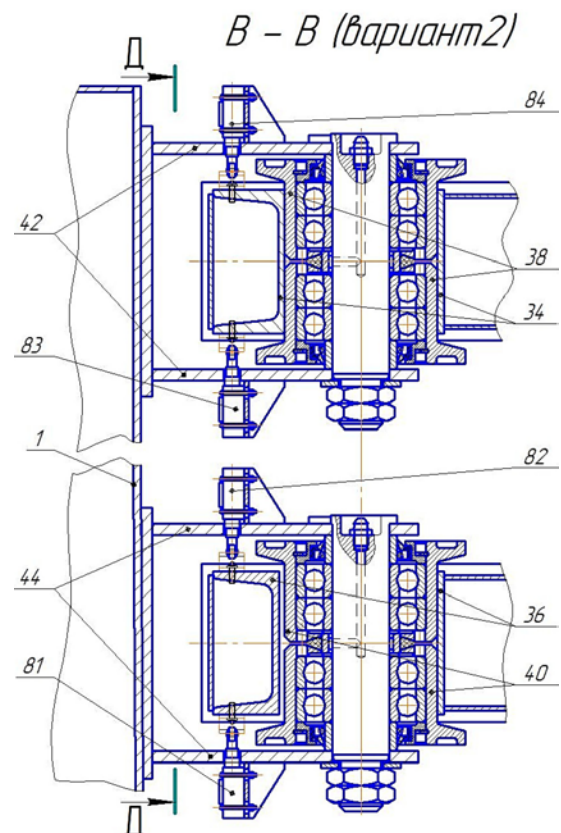


Рис. 16. Сечение по В – В на рис. 7, вариант 2

Fig. 16. Cross-section on B – B in Fig. 7, option 2

Концевые выключатели 48, 49, 52, 53 входят в состав электрической схемы, которая подключена к бортовой сети постоянного тока напряжением 24 В (рис. 15).

Электрическая схема состоит из последовательно подсоединенных к источнику питания предохранителя 70 и двухпозиционного переключателя 71, а также параллельно соединенных с источником питания четырех ветвей цепи, каждая из которых включает в себя последовательно соединенные между собой один из концевых выключателей 48, 49, 52, 53 с одной из электромагнитных катушек 72–75, а также параллельно подсоединенную к каждому концевому выключателю 48, 49, 52, 53 одну из кнопок 76–79.

Концевые выключатели 48, 49, 52 и 53 соединены с электромагнитными катушками 72–75 управления золотниками 54, 55 посредством кабелей, проходящих по корпусу 1. Кнопки 76–79 и переключатель 71 смонтированы в пульте управления 80, установленном в кабине. Переключатель 71 в выключенном положении ограничивает возможность подачи напряжения на катушки 72–75 управления золотниками 54, 55 при срабатывании концевых выключателей 48, 49, 52, 53 или при нажатии кнопок 76–79.

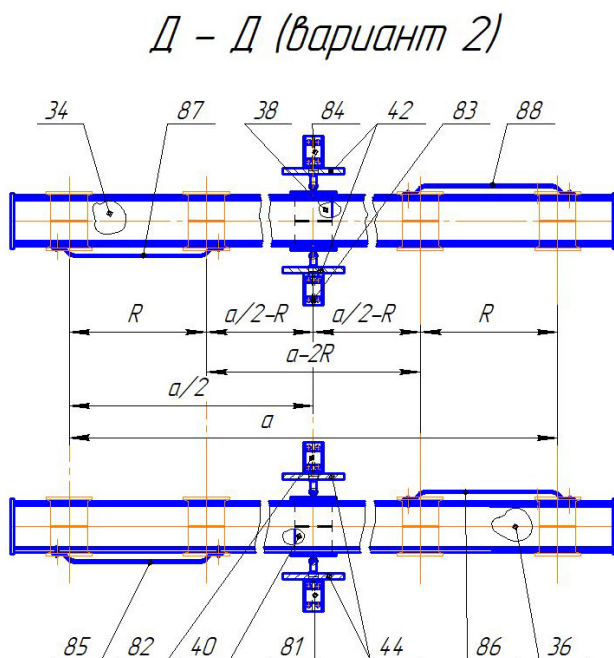


Рис. 17. Разрез по Д – Д на рис. 16

Fig. 17. D – D section in Fig. 16

В соответствии с конструкцией шагающего болотного тягача по второму варианту вместо лыж 46, 47, 50, 51 и концевых выключателей 48, 49, 52 и 53 на щеках одного из кронштейнов его корпуса 1, например, кронштейна 44, установлены своими кулачками навстречу друг другу и с возможностью перемещения вдоль своей оси в пазах крепежных отверстий два концевых выключателя управления левым золотником 54, левый концевой выключатель 81 и правый концевой выключатель 82. А на щеках кронштейна 42 установлены идентично первым левый 83 и правый 84 концевые выключатели управления правым золотником 55 (рис. 16).

Причем на боковых поверхностях верхней балки задней направляющей 36 на уровне концевых выключателей 81, 82 установлены с возможностью перемещения вдоль нее в пазах крепежных отверстий две лыжи, левая 85 и правая 86, каждая из которых имеет длину R (рис. 17). Они установлены на расстоянии $a - 2R$ друг от друга и на расстоянии $a/2 - R$ от середины задней направляющей 36. Левая лыжа 85 установлена на задней направляющей 36 впереди правой лыжи 86 и контактирует с левым концевым выключателем 81, а пра-

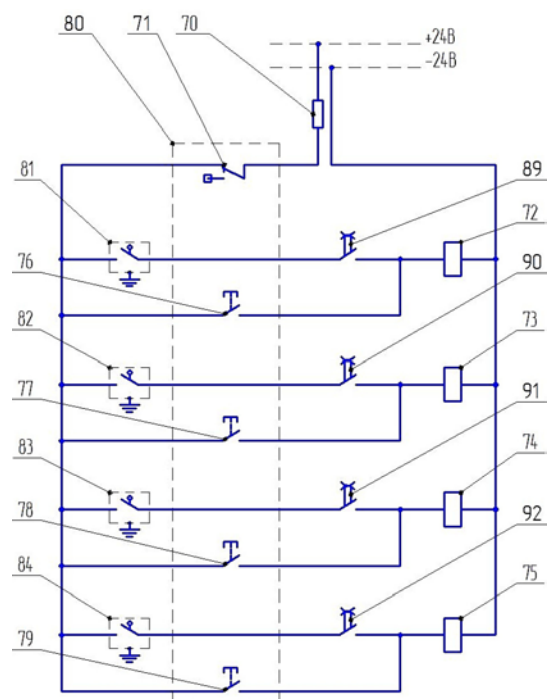


Рис. 18. Электрическая схема управления золотниками гидрораспределителя, вариант 2

Fig. 18. Electrical control diagram of the valve valves, option 2

вая лыжа 86 контактирует с правым концевым выключателем 82. А на боковых поверхностях верхней балки задней направляющей 34 на уровне левого 83 и правого 84 концевых выключателей установлены параллельно лыжам 85, 86 и идентично им две такие же лыжи, левая 87 и правая 88. Левая лыжа 87 контактирует с левым концевым выключателем 83, а правая лыжа 88 контактирует с правым концевым выключателем 84 (рис. 17).

По второму варианту конструкции золотниками 54, 55 управляют концевые выключатели 81–84, входящие в состав электрической схемы, которая подключена к бортовой сети постоянного тока напряжением 24 В (рис. 19). Она состоит из последовательно подсоединенных к источнику питания предохранителя 70 и двухпозиционного переключателя 71, а также параллельно соединенных с источником питания четырех ветвей электрической цепи. Каждая ветвь включает в себя последовательно соединенные между собой один из концевых выключателей 81–84 с одним из реле времени 89–92 и с одной из электромагнитных катушек 72–75, а также одну из кнопок 76–79, параллельно подсоединенную к каждой цепи управления каждой электромагнитной катушкой 72–75. Так же, как и при первом варианте конструкции, переключатель 71 в выключенном положении ограничивает возможность подачи напряжения на катушки 72–75 управления золотниками 54, 55 при срабатывании концевых выключателей 81–84 или при нажатии кнопок 76–79.

Перед началом движения шагающего болотного тягача и началом работы грунтозацепов 6, 8 из-за неточности сборки корректируют положение лыж 46, 47, 50 и 51 и концевых выключателей 48, 49, 52 и 53 по первому варианту конструкции, а также лыж 85–88 и концевых выключателей 81–84 по второму варианту конструкции, передвигая их в пазах своих крепежных отверстий в нужное положение. Также регуляторами потока 57–60 устанавливают необходимую скорость движения штоков гидроцилиндров 7, 10.

Работа грунтозацепов 6 и 8 шагающего болотного тягача в автоматическом режиме происходит в процессе его передвижения передним ходом следующим образом.

Включают в работу силовую установку шагающего болотного тягача при выключенной скорости (на холостом ходу). При этом начинают работать его гидравлическая и электричес-

кая системы: вращаются генератор, вырабатывающий электрический ток, и гидронасос 56 при однонасосной гидросхеме (рис. 13) или два гидронасоса 64, 65 при двухнасосной гидросхеме (рис. 14). Гидронасос 56 или два гидронасоса 64, 65 создают давление рабочей жидкости в гидравлической системе. При отсутствии управляющего сигнала во время вращения гидронасоса 56 золотники 54, 55 находятся в среднем положении. Рабочая жидкость движется от гидронасоса 56 к золотникам 54, 55 по напорным линиям «Р», но возвращается на слив в гидробак 62 по сливным линиям «Т» через фильтр 61. При возрастании давления в напорной линии рабочая жидкость направляется на слив в гидробак 62 через открывающийся предохранительный клапан 63 (рис. 13). При отсутствии управляющего сигнала во время вращения гидронасосов 64, 65 золотники 54, 55 также находятся в среднем положении. Рабочая жидкость движется от гидронасосов 64, 65 к золотникам 54, 55 по напорным линиям «Р», но возвращается на слив в гидробак 62 по сливным линиям «Т» через фильтры 66 и 67. При возрастании давления в напорной линии рабочая жидкость направляется на слив в гидробак 62 через открывающиеся предохранительные клапаны 68, 69 (рис. 14).

Управление внутренним грунтозацепом 8 при переключении левого золотника 54 происходит следующим образом. Когда левый золотник 54 с помощью электромагнита, получившего соответствующий сигнал, переключается в положение «вправо», рабочая жидкость по линии «РА» движется в прямом направлении без регулировки через обратный клапан левого регулятора потока 57 к гидроцилиндрам 10 в их поршневую полость. Рабочая жидкость возвращается из их штоковой полости по сливной линии «ВТ» через правый регулятор потока 58 на слив в гидробак 62. Происходит выдвижение штоков силовых гидроцилиндров 10, поворот шарнирных звеньев 9 против часовой стрелки и опускание внутреннего грунтозацепа 8 в его крайнее нижнее положение, при этом правый регулятор потока 58, установленный на выходе рабочей жидкости из гидроцилиндров 10, обеспечивает регулировку потока рабочей жидкости и скорости движения их штоков. Когда левый золотник 54 с помощью электромагнита, получившего соответствующий сигнал, переключается в положение «влево», рабочая жидкость по линии «РВ» через обратный клапан правого регуля-

тора потока 58 движется без регулировки к силовым гидроцилиндрам 10 в их штоковую полость. Рабочая жидкость возвращается из их поршневой полости по сливной линии «АТ» через левый регулятор потока 57 на слив в гидробак 62. Происходит задвижение штоков гидроцилиндров 10, поворот шарнирных звеньев 9 по часовой стрелке и подъем внутреннего грунтозацепа 8 в его крайнее верхнее положение, при этом левый регулятор потока 57, установленный на выходе рабочей жидкости из силовых гидроцилиндров 10, обеспечивает регулировку потока рабочей жидкости и скорости движения их штоков. При отсутствии управляющего сигнала центрирующие пружины возвращают золотник 54 в среднее положение.

Управление внешним грунтозацепом 6 при переключении правого золотника происходит аналогичным образом. Когда правый золотник 55 с помощью электромагнита, получившего соответствующий сигнал, переключается в положение «вправо», жидкость по линии «РА» движется в прямом направлении без регулировки через обратный клапан левого регулятора потока 59 к гидроцилиндрам 7 управления внешним грунтозацепом 6 в их поршневую полость. Рабочая жидкость возвращается из их штоковой полости по сливной линии «ВТ» через правый регулятор потока 60 на слив в гидробак 62. При выдвигании штоков пары гидроцилиндров 7 происходит поворот внешнего грунтозацепа 6 относительно осей шарниров 5 против часовой стрелки и его опускание в крайнее нижнее положение, при этом правый регулятор потока 60, установленный на выходе жидкости из гидроцилиндров 7, обеспечивает регулировку потока жидкости и скорости движения их штоков. Когда правый золотник 55 с помощью электромагнита, получившего соответствующий сигнал, переключается в положение «влево», рабочая жидкость движется по линии «РВ» через обратный клапан правого регулятора потока 60 без регулировки к гидроцилиндрам 7 в их штоковую полость. Рабочая жидкость возвращается из их поршневой полости по сливной линии «АТ» через левый регулятор потока 59 на слив в гидробак 62 через фильтр 61.

При задвижении штоков пары гидроцилиндров 7 происходит поворот внешнего грунтозацепа 6 относительно осей шарниров 5 по часовой стрелке и его подъем в крайнее верхнее положение, при этом регулятор потока 59, установленный на выходе рабочей жидкости из

гидроцилиндров 7, обеспечивает регулировку потока жидкости и скорости движения их штоков. При отсутствии управляющего сигнала центрирующие пружины возвращают золотник 55 в среднее положение.

Перед началом движения, когда оба грунтозацепа 6 и 8 находятся, например, в поднятом положении, опоры 2–4 с помощью привода от силовой установки переводят в среднее положение, при котором передние катки 15–18 корпуса 1 располагаются примерно посередине передних направляющих 11–14, а задние катки 38–41 корпуса 1 посередине задних направляющих 34–37. В среднем положении средняя опора 2 стоит на опорной поверхности грунта, а боковые опоры 3, 4 подняты (рис. 19а), либо наоборот, боковые опоры 3, 4 опираются на грунт, а средняя опора 2 находится в поднятом положении. При одинаковой длине опор 2–4 машинист визуально определяет среднее положение по передним торцам

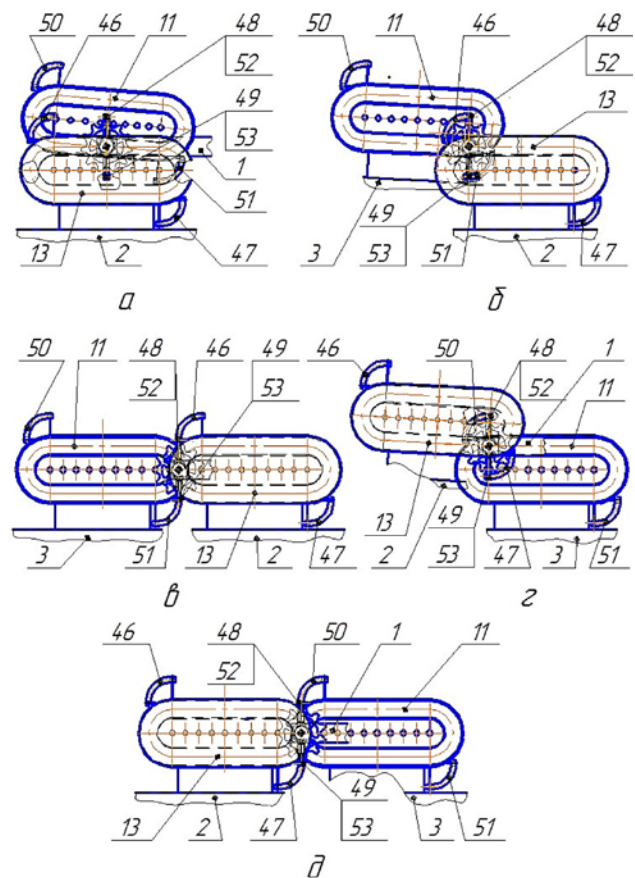


Рис. 19. Схема взаимодействия концевых выключателей с лыжами в работе в различных положениях, вариант 1

Fig. 19. Scheme of interaction of limit switches with skis in operation in various positions, option 1

боковых опор 3, 4, которые выстраиваются примерно в одну линию с передним торцом средней опоры 2, либо по задним торцам боковых опор 3, 4, которые выстраиваются в одну линию с задним торцом средней опоры 2.

В этом положении концевые выключатели 48, 49, 52 и 53 не контактируют с лыжами 46, 47, 50 и 51 и находятся в выключенном (разомкнутом) положении. Электрические сигналы от концевых выключателей 48, 49, 52 и 53 на электромагнитные катушки 72–75 золотников 54, 55 не поступают (рис. 15). Центрирующие пружины удерживают золотники 54, 55 в среднем положении, а гидроцилиндры 7, 10 удерживают грунтозацепы 6, 8 в неподвижном состоянии. Если средняя опора 2 в среднем положении стоит на опорной поверхности грунта, а боковые опоры 3, 4 подняты, то внешний грунтозацеп 6 должен быть поднят, а внутренний 8 опущен. При этом штоки гидроцилиндров 7 должны быть задвинуты, а штоки гидроцилиндров 10 выдвинуты. Если средняя опора 2 в среднем положении поднята, а боковые опоры 3, 4 опираются на грунт, то, наоборот, внешний грунтозацеп 6 должен быть опущен, а внутренний 8 поднят. При этом штоки гидроцилиндров 7 должны быть выдвинуты, а штоки гидроцилиндров 10 задвинуты.

Перед началом движения на пульте 80 включают переключатель 71, при этом предохранитель 70 защищает кабельные линии от механических повреждений. Ручным нажатием одной из кнопок 76–79 подают напряжение на соответствующую электромагнитную катушку 72–75 управления одним из золотников 54, 55 и переводят один из грунтозацепов 6 или 8 в требуемое исходное положение вверх или вниз. Если боковые опоры 3, 4 подняты, а средняя опора 2 опирается на грунт, то нажатием кнопки 78 подают напряжение на правую электромагнитную катушку 74 правого золотника 55, переключая его влево. Тем самым поднимают внешний грунтозацеп 6, а нажатием кнопки 77 подают напряжение на левую электромагнитную катушку 73 левого золотника 54, переключая его вправо, тем самым опускают внутренний грунтозацеп 8 (заглубляют в грунт). Если боковые опоры 3, 4 опираются на грунт, а средняя опора 2 поднята, то нажатием кнопки 79 подают напряжение на левую электромагнитную катушку 75 правого золотника 55, переключая его вправо. Тем самым опускают внешний грунтозацеп 6, а нажатием кнопки 76 подают напряжение на

правую электромагнитную катушку 72 левого золотника 54, переключая его влево, тем самым поднимают внутренний грунтозацеп 8. После перевода грунтозацепов 6, 8 в требуемое исходное положение и снятия усилия с кнопок 76–79, последние отключаются и замыкают свои цепи.

Движение шагающего болотного тягача происходит в результате вращения его приводных валов 19 и 22 от силовой установки. При вращении валов 19, 21 вращаются установленные на них цевочные звездочки 25, 28, которые за счет зубчатого зацепления с цевками 29–32 опор 2–4 перекачиваются по стоящей на грунте опоре 2 или по неподвижным опорам 3, 4, перемещая при этом корпус 1. В то же время цевочные звездочки 25, 28 за счет зубчатого зацепления с цевками 29–32 опор 2–4 своими зубьями передвигают относительно корпуса 1 переносимые опоры 3, 4 или переносимую опору 2. Поскольку привод на среднюю опору 2 смещен на 180° по отношению к приводу на боковые опоры 3, 4, то при вращении валов 19, 21 и работе цевочного зацепления происходит поочередное движение средней опоры 2 и боковых опор 3, 4. При этом корпус 1 на своих передних катках 15–18 и задних катках 38–41 движется как по рельсам по передним направляющим 11–14 и задним направляющим 34–37 поочередно подстилаемых под ним опор 2–4. При движении средней опоры 2 вместе с ней движется внутренний грунтозацеп 8, а при движении боковых опор 3, 4 вместе с ними движется внешний грунтозацеп 6 и балка 33.

При движении шагающего болотного тягача происходит работа концевых выключателей 48, 49, 52 и 53 в автоматическом режиме. При этом включенный переключатель 71 обеспечивает подачу напряжения на электромагнитные катушки 72–75 управления золотниками 54, 55. Подача напряжения на одну из электромагнитных катушек 72–75 происходит при срабатывании последовательно соединенного с ней соответствующего концевого выключателя 48, 49, 52, 53, который включается автоматически при наезде на него соответствующей лыжей 46, 47, 50, 51 в процессе работы привода.

Рассмотрим характерные положения опор 2–4 шагающего болотного тягача в процессе его движения, соответствующие полному циклу его движения (рис. 19), а также положения передних катков 15–18 на передних

направляющих 11–14 в указанных положениях и работу грунтозацепов 6, 8 в автоматическом режиме.

Предположим, что шагающий болотный тягач начал свое движение из среднего положения при опущенной средней опоре 2, поднятых боковых опорах 3, 4, поднятом внешнем грунтозацепе 6 и опущенном в грунт на глубину h внутреннем грунтозацепе 8 (рис. 7, 19а). Из среднего положения шагающий болотный тягач переехал вперед в такое положение, при котором центры передних катков 17, 18 доехали до переднего края верхних ручьев передних направляющих 13, 14 неподвижной средней опоры 2, а передние направляющие 11, 12 боковых опор 3, 4 проехали по передним каткам 15, 16 своими нижними ручьями до их заднего края (рис. 19б). Такое положение соответствует началу опускания на грунт боковых опор 3, 4, началу опускания внешнего грунтозацепа 6, а также началу подъема внутреннего грунтозацепа 8. В рассматриваемом положении лыжа 46 вступает в контакт с концевым выключателем 48, нажимает на него и включает его. Одновременно с этим лыжа 51 вступает в контакт с концевым выключателем 53 и также включает его (рис. 19б). В свою очередь, от концевого выключателя 48 поступает электрический сигнал правой электромагнитной катушке 72 левого золотника 54 (рис. 15). Электромагнит правой электромагнитной катушки 72 переключает (толкает) левый золотник 54 влево, при этом происходит задвижение штоков силовых цилиндров 10 и начинается своевременный подъем внутреннего грунтозацепа 8. В это же самое время от концевого выключателя 53 поступает электрический сигнал на левую электромагнитную катушку 75 правого золотника 55. Электромагнит левой электромагнитной катушки 75 переключает правый золотник 55 вправо, при этом происходит выдвигание штоков силовых цилиндров 7 и начинается своевременное опускание внешнего грунтозацепа 6.

При дальнейшем движении шагающего болотного тягача центры передних катков 15, 16 из предыдущего положения перемещаются на середину задних ручьев передних направляющих 11, 12, а центры передних катков 17, 18 перемещаются на середину передних ручьев передних направляющих 13, 14 (рис. 19в). Такое положение соответствует завершению опускания на грунт боковых опор 3, 4. При этом происходит завершение опускания внешнего грун-

тозацепа 6 и завершение подъема внутреннего грунтозацепа 8. В рассматриваемом положении лыжа 46 выходит из контакта с концевым выключателем 48 и выключает его, а лыжа 51 выходит из контакта с концевым выключателем 53 и также выключает его. В свою очередь, подача электрического сигнала правой электромагнитной катушке 72 левого золотника 54 от концевого выключателя 48 прекращается. Также прекращается подача электрического сигнала левой электромагнитной катушке 75 правого золотника 55 от концевого выключателя 53. При отсутствии электрических сигналов и управляющих усилий центрирующие пружины переключают оба золотника 54, 55 в среднее положение. При этом прекращается задвижение штоков силовых цилиндров 10 и своевременно прекращается подъем внутреннего грунтозацепа 8. Также прекращается выдвигание штоков гидроцилиндров 7 и своевременно прекращается опускание внешнего грунтозацепа 6. Регуляторы потока 57–60 обеспечивают на выходе гидроцилиндров 7, 10 необходимую скорость движения их штоков (не менее $2VL/\pi R$), при которой за время нахождения концевых выключателей 48, 53 в контакте с лыжами 46, 51 при заданной скорости движения шагающего болотного тягача V полностью поднимается внутренний грунтозацеп 8 за время подъема средней опоры 2 и полностью опускается внешний грунтозацеп 6 за время опускания боковых опор 3, 4.

При последующем движении шагающего болотного тягача его опоры 3, 4 меняются местами с опорой 2. Средняя опора 2 поднимается относительно грунта и перемещается вперед, а полностью поднятый грунтозацеп 8 при движении не касается грунта и не создает «бульдозерный эффект». Правая опора 3, а также жестко соединенная с ней левая опора 4 стоят неподвижно на поверхности грунта с полностью опущенным грунтозацепом 6, который надежно удерживает шагающий болотный тягач от пробуксовки. В процессе движения средняя опора 2 и поднятый внутренний грунтозацеп 8 перемещаются вперед на передних 17, 18 и задних 40, 41 катках, а корпус 1 перемещается вперед по боковым опорам 3, 4 на передних катках 15, 16 и задних катках 38, 39.

При дальнейшем движении центры передних катков 17, 18 перемещаются на задний край нижних ручьев передних направляющих 13, 14 средней опоры 2, а центры передних катков 15, 16 перемещаются на передний

край верхних ручьев передних направляющих 11, 12. Такое положение соответствует началу опускания на грунт средней опоры 2, началу опускания внутреннего грунтозацепа 8 и началу подъема внешнего грунтозацепа 6 (рис. 19г). В этом положении лыжа 47 вступает в контакт с концевым выключателем 49 и включает его в работу, а лыжа 50 начинает взаимодействовать с концевым выключателем 52 и тоже включает его в работу. В свою очередь, от концевого выключателя 49 поступает электрический сигнал левой электромагнитной катушке 73 левого золотника 54. Магнит левой электромагнитной катушки 73 переключает левый золотник 54 вправо, при этом начинается выдвигание штоков гидроцилиндров 10, а также начинается своевременное опускание внутреннего грунтозацепа 8. В это же самое время от концевого выключателя 52 поступает электрический сигнал правой электромагнитной катушке 74 правого золотника 55. Электромагнит правой электромагнитной катушки 74 переключает правый золотник 55 влево, при этом начинается задвижение штоков гидроцилиндров 7 и своевременный подъем внешнего грунтозацепа 6.

Рассматриваемое движение шагающего болотного тягача завершается в положении, при котором центры передних катков 17, 18 переместились на середину задних ручьев передних направляющих 13, 14, а центры передних катков 15, 16 – на середины передних ручьев передних направляющих 11, 12, что соответствует завершению опускания на грунт средней опоры 3. В рассматриваемом положении также завершаются опускание на грунт внутреннего грунтозацепа 8 и подъем из грунта внешнего грунтозацепа 6 (рис. 19д). В таком положении лыжа 47 выходит из контакта с концевым выключателем 49 и выключает его из работы, а лыжа 50 выходит из контакта с концевым выключателем 52 и выключает его из работы. При этом подача электрического сигнала левой электромагнитной катушке 73 левого золотника 54 от концевого выключателя 49 прекращается. Также прекращается подача электрического сигнала правой электромагнитной катушке 74 правого золотника 55 от концевого выключателя 52. При отсутствии электрических сигналов и управляющих усилий центрирующие пружины переключают золотники 54, 55 в среднее положение. При этом своевременно прекращается выдвигание штоков силовых цилиндров 10 и опускание внут-

реннего грунтозацепа 8, а также задвижение штоков гидроцилиндров 7 и подъем внешнего грунтозацепа 6. Регуляторы потока 57–60 обеспечивают на выходе гидроцилиндров 7, 10 необходимую скорость движения их штоков (не менее $2VL/\pi R$), при которой за время работы концевых выключателей 49, 52 в контакте с лыжами 47, 50 полностью поднимается внешний грунтозацеп 6 и полностью опускается внутренний грунтозацеп 6.

При дальнейшем передвижении шагающего болотного тягача цикл поочередного перемещения средней 2 и боковых 3, 4 опор и автоматического управления подъемом и опусканием грунтозацепов 6, 8 по первому варианту конструкции повторяется.

Рассмотрим работу грунтозацепов 6, 8 шагающего болотного тягача в автоматическом режиме по второму варианту конструкции при его движении в тех же характерных положениях, которые были рассмотрены выше по первому варианту конструкции.

В среднем (исходном) положении опор 2–4 концевые выключатели 81–84 не контактируют с лыжами 85–88 и находятся в выключенном положении (рис. 17). Концевые выключатели 81–84 не подают электрические сигналы на электромагнитные катушки 72–75 левого и правого золотников 54 и 55 (рис. 19). А золотники 54, 55 удерживаются своими центрирующими пружинами в среднем положении и не направляют поток рабочей жидкости от насоса 56 (при однонасосной гидросхеме) или от насосов 64 и 65 (при двухнасосной гидросхеме) к гидроцилиндрам 7 и 10 (рис. 13, 14). Движение шагающего болотного тягача начинают аналогично тому, как это описано в первом варианте конструкции, при включенном переключателе 71 после перевода грунтозацепов 6, 8 в требуемое исходное положение при использовании кнопок 76–79.

При движении шагающего болотного тягача происходит работа грунтозацепов 6, 8 в автоматическом режиме.

При этом включенный переключатель 71 обеспечивает подачу напряжения на электромагнитные катушки 72–75 управления золотниками 54, 55. Подача напряжения на одну из электромагнитных катушек 72–75 происходит при срабатывании последовательно соединенного с ней соответствующего концевого выключателя 81–84, который включается автоматически при наезде на него соответствующей лыжей 85–88 в процессе работы привода.

Предположим, что шагающий болотный тягач начал свое движение из среднего положения (рис. 17) при поднятых боковых опорах 3, 4. Переехав из исходного положения, в положении I задние катки 40 и 41 по задним направляющим 36 и 37 средней опоры 2 проезжают расстояние $a/2 - R$. Боковые опоры 3 и 4 за это же время проезжают своими задними направляющими 34 и 35 по задним каткам 38 и 39 такое же расстояние $a/2 - R$ (рис. 20а).

В рассматриваемом положении лыжа 85 вступает в контакт с концевым выключателем 81 и включает его. Он подает сигнал правой электромагнитной катушке 72, магнит которой переключает левый золотник 54 влево. При этом начинается подъем внутреннего грунтозацепа 8. В то же время лыжа 88 включает концевой выключатель 84, который подает электрический сигнал левой электромагнитной катушке 75, магнит которой переключает правый золотник 55 вправо. При этом начинается опускание внешнего грунтозацепа 6.

В положении II задние катки 40 и 41 от своего предыдущего места нахождения проезжают

путь R и доезжают до своих крайних передних положений по задним направляющим 36 и 37 средней опоры 2, а задние катки 38 и 39 проезжают тот же путь R и доезжают до своих крайних задних положений по задним направляющим 34, 35 боковых опор 3, 4. Концевой выключатель 81 съезжает с лыжи 85 и выключается, а концевой выключатель 84 съезжает с лыжи 88 и также выключается (рис. 20б). При этом прекращается подача электрических сигналов золотникам 54 и 55 от концевых выключателей 81 и 84, а золотники 54, 55 прекращают подачу рабочей жидкости гидроцилиндрам 7 и 10. Таким образом, своевременно завершается опускание внешнего грунтозацепа 6 и подъем внутреннего грунтозацепа 8, поскольку золотники 54 и 55 под действием центрирующих пружин переключаются в среднее положение. Регуляторы потока 57–60 обеспечивают необходимую скорость движения штоков гидроцилиндров 7 и 10, при которой внешний грунтозацеп 6 полностью опустился, а внутренний грунтозацеп 8 полностью поднялся за время работы концевых выключате-

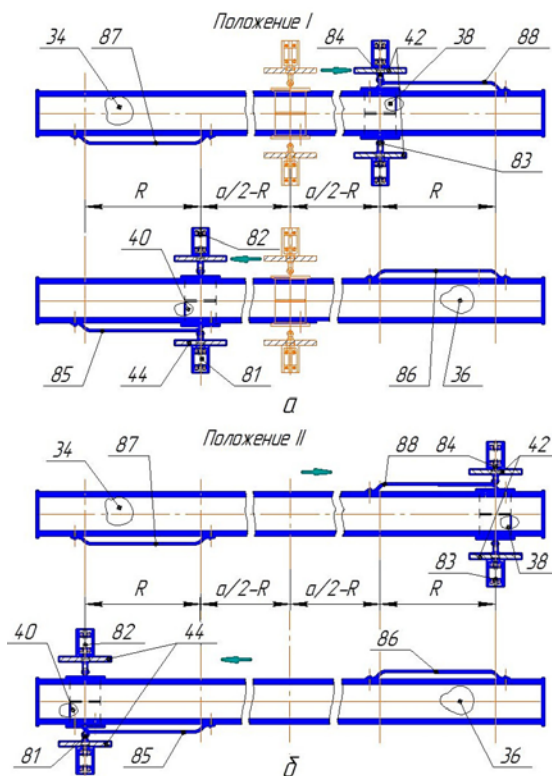


Рис. 20. Схема взаимодействия концевых выключателей с лыжами в работе в положениях I–II, вариант 2

Fig. 20. Scheme of interaction of limit switches with skis in operation in positions I–II, option 2

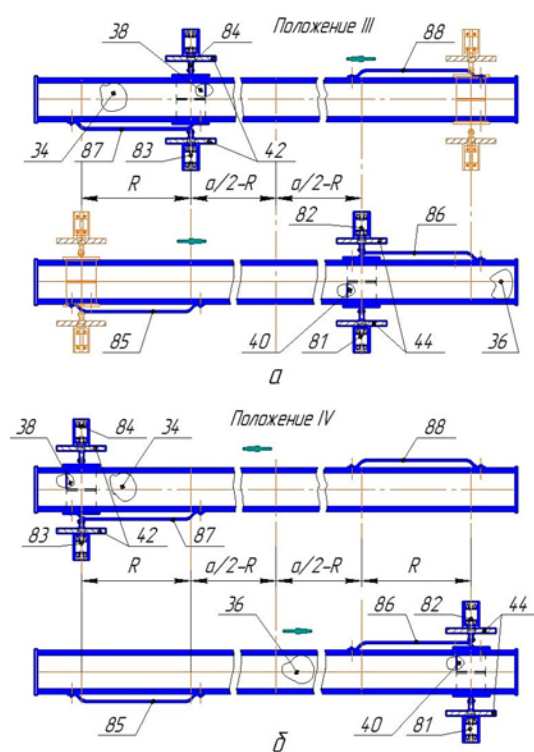


Рис. 21. Схема взаимодействия концевых выключателей с лыжами в работе в положениях III–IV, вариант 2

Fig. 21. Scheme of interaction of limit switches with skis in operation in positions III–IV, option 2

лей 81 и 84 в контакте с лыжами 85 и 88. После выключения концевых выключателей 81 и 84 в рассматриваемом положении срабатывают реле времени 89 и 92 задержки их включения (рис. 18). Поэтому при обратном движении задних катков 38, 40 относительно задних направляющих 34, 36 и концевых выключателей 81, 84 по лыжам 85, 88 не происходит подачи электрических сигналов электромагнитным катушкам 72, 75 золотников 54 и 55 на изменение положения грунтозацепов 6 и 8. Реле времени 89 и 92 прекращают блокировку концевых выключателей 81, 84, после того как они вместе с кронштейнами 42, 44 и задними катками 38, 40 проедут путь как минимум $a/2$ до середины задних направляющих 34, 36, включая расстояние R , равное длине лыж 85, 88, то есть путь $a/2 - R$ после проезда лыжи, а как максимум путь $3a/2$ до той же середины задней направляющей, но на обратном ходе, не доехав расстояние $a/2 - R$ до нового контакта с лыжами 85, 88 в новом цикле движения.

В положении III задние катки 40, 41 не доезжают по задним направляющим 36 и 37 средней опоры 2 до своих крайних положений расстояние R , а задние катки 38 и 39 не доезжают на такое же расстояние R до своих крайних положений относительно задних направляющих 34 и 35. В этом положении вступают в работу концевые выключатели 82 и 83 (рис. 21а). Лыжа 86 включает в работу концевой выключатель 82, а лыжа 87 включает в работу концевой выключатель 83. Концевой выключатель 82 при своем включении подает электрический сигнал левой электромагнитной катушке 73, магнит которой переключает левый золотник 54 вправо. При этом золотник 54 направляет поток рабочей жидкости в поршневую полость гидроцилиндра 10, в результате чего начинается опускание внутреннего грунтозацепа 8. Одновременно начинается подъем внешнего грунтозацепа 6, так как концевой выключатель 83 при своем включении подает электрический сигнал правой электромагнитной катушке 74, магнит которой переключает правый золотник 55 влево. При этом золотник 55 направляет поток рабочей жидкости к гидроцилиндру 7 в его штоковую полость. В результате начинается подъем внешнего грунтозацепа 6.

В положении IV центры задних катков 40 и 41 перемещаются в крайнее заднее положение по отношению к задним направляющим 36 и 37 средней опоры 2, а задние катки 38 и 39

перемещаются в крайнее переднее положение относительно задних направляющих 35, 36 боковых опор 3, 4. В этом положении концевой выключатель 82 съезжает с лыжи 86 и выключается, а концевой выключатель 83 съезжает с лыжи 87 и тоже выключается (рис. 21б). При этом прекращается подача электрических сигналов от концевых выключателей 82, 83 к электромагнитным катушкам 73, 74 золотников 54 и 55. Центрирующие пружины возвращают золотники 54 и 55 в среднее положение. Прекращается подача рабочей жидкости от золотников 54 и 55 к силовым цилиндрам 7 и 10, завершается опускание внутреннего грунтозацепа 8 и подъем внешнего грунтозацепа 6. Регуляторы потока 57–60 обеспечивают необходимую скорость движения штоков гидроцилиндров 7 и 10, при которой внешний грунтозацеп 6 полностью поднялся, а внутренний грунтозацеп 8 полностью опустился за время работы концевых выключателей 82 и 83 в контакте с лыжами 86 и 87.

После выключения концевых выключателей 82, 83 в рассматриваемом положении срабатывают реле времени 90, 91 задержки их включения, поэтому при обратном движении концевых выключателей 82, 83 по лыжам 86, 87 не происходит подачи электрического сигнала электромагнитным катушкам 73, 74 золотников 54 и 55 на изменение положения грунтозацепов 6 и 8. Реле времени 90, 91 прекращает блокировку концевых выключателей 82 и 83, после того как они вместе с задними катками 38, 40 проедут путь как минимум $a/2$ до середины задней направляющей, включая расстояние R , равное длине лыж 86, 87, а как максимум путь $3a/2$ до той же середины задней направляющей, но на обратном ходе. Таким образом, реле времени должно быть настроено на время в диапазоне от $a/2V$ до $3a/2V$, где V – средняя скорость движения шагающего болотного тягача.

Время после проезда лыж 85–88 концевыми выключателями 81–84 и включением реле времени 89–92 с одной стороны, и время после включения реле времени 89–92 и новом контакте концевых выключателей 81–84 с лыжами 85–88 на обратном ходе, составляет величину $(a/2 - R) / V$. Это запас по времени у реле времени 89–92, который остается даже при его настройке по крайним значениям указанного выше диапазона.

Например, при средней рабочей скорости движения шагающего болотного тягача по

неосушенному болоту 500 м/ч и длине хода задних катков по задней направляющей a , равной 1 м и равной длине передней направляющей, реле времени должно быть настроено на время задержки включения в диапазоне от $a/2V$ до $3a/2V$, то есть от 0,001 до 0,003 ч или от 3,6 до 10,8 с. При настройке реле времени на любое время в рассчитанном диапазоне всегда будет своевременно срабатывать реле времени на отключение соответствующей ветви цепи с установленным в ней конечным выключателем, и всегда своевременно оно будет включаться в работу при новом контакте с лыжей в новом цикле движения. При радиусе $R = 0,15$ м и настройке реле времени даже по крайним значениям указанного выше диапазона запас по времени $(a/2 - R) / V$ для срабатывания реле времени составит 0,0007 ч или 2,52 с.

При движении по слабдеформируемому грунту нет необходимости в использовании грунтозацепов. Для движения шагающего болотного тягача с выключенными из работы грунтозацепами перед началом движения при среднем положении опор 2–4 кнопками 76–79 ручного управления золотниками 54 и 55 поднимают грунтозацепы 6, 8 вверх. Затем выключают переключатель 71, тем самым выключают из работы электрическую систему автоматического управления, при этом гидроцилиндры 7, 10 удерживают грунтозацепы 6, 8 в поднятом положении.

Таким образом, автоматическое управление внешним и внутренним грунтозацепами с помощью золотников с электромагнитным управлением и конечных выключателей, контактирующих с лыжами, значительно упрощает управление шагающим болотным тягачом и снижает утомляемость машиниста как в первом, так и во втором вариантах конструкции. Машинисту во время работы не требуется следить за передвижением грунтозацепов и производить переключение двух золотников гидрораспределителя вручную на каждом шаге в условиях ограниченной обзорности.

Кроме того, автоматическое управление в обоих вариантах конструкции обеспечивает своевременное поочередное опускание внешнего и внутреннего грунтозацепов при их заглоблении в грунт и подъеме из грунта на каждом шаге опор, что приводит к повышению тягово-цепных свойств и проходимости шагающего болотного тягача при его передвижении по неосушенному болоту.

Установка гидрораспределителя с электромагнитным управлением двух золотников вместо гидрораспределителя с ручным управлением как в первом, так и во втором вариантах конструкций обеспечивает возможность автоматического управления двумя парами силовых цилиндров, которые в свою очередь управляют двумя грунтозацепами.

Установка регуляторов потока с обратными клапанами, регулирующими на выходе силовых цилиндров скорость движения их штоков, которая не должна быть меньше величины $2VL/\pi R$ при длине хода каждого штока L и скорости движения шагающего болотного тягача V , обеспечивает для обоих вариантов конструкции своевременное и полное заглобление грунтозацепов в грунт и подъем их из грунта на полную высоту за время нахождения конечных выключателей в контакте с лыжами.

Регулирование потока рабочей жидкости на выходе силовых цилиндров, кроме плавного и устойчивого движения их штоков и стабильной скорости движения внутреннего и внешнего грунтозацепов, обеспечивает отвод в гидробак тепла рабочей жидкости, нагретой на гидравлическом сопротивлении, где накопленное тепло рассеивается.

Установка конечных выключателей по первому варианту конструкции на одной вертикали, проходящей через центр приводного вала, а также через центры установленных на нем подшипниковых опор, цевочных звездочек и передних катков, обеспечивает движение конечных выключателей по траектории, параллельной траектории движения центров передних катков корпуса. Исполнение лыж по форме в виде четверти кольца радиусом R обеспечивает повторение ими формы половины передних и половины задних ручьев передних направляющих опор с такими же радиусами R . Установка одних лыж на передних направляющих в положении, при котором правый край их рабочих участков совпадает с вертикалью, проходящей через стык переднего ручья с верхним и нижним ручьями передних направляющих, а других лыж симметрично центру передних направляющих, обеспечивает движение конечных выключателей по лыжам по траекториям, параллельным движению передних катков по передним и задним ручьям передних направляющих. При такой взаимной установке конечных выключателей и лыж при их взаимодействии

друг с другом опускание и подъем грунтозацепов будет своевременным, так как положения центров передних катков корпуса на передних краях верхних ручьев и на задних краях нижних ручьев передних направляющих совпадают с началом контакта концевых выключателей с лыжами, а положения центров передних катков корпуса на серединах передних и задних ручьев передних направляющих совпадают с окончанием контакта концевых выключателей с лыжами.

Установка концевых выключателей на щеках кронштейнов над задними катками на одной с ними вертикали обеспечивает параллельность траектории движения кулачков концевых выключателей и траектории движения центра задних катков.

Установка лыж, взаимодействующих с концевыми выключателями, на верхних балках задних направляющих обеспечивает параллельность лыж и задних направляющих, по которым движутся задние катки.

Установка лыж длиной R на расстоянии $a/2 - R$ от центра задних направляющих и $a - 2R$ друг от друга обеспечивают возможность включения и выключения концевых выключателей при контакте с ними в такие моменты, которые совпадают с положениями центров задних катков на задних направляющих либо на расстоянии R от своего крайнего положения, либо в крайних положениях.

Поэтому при такой взаимной установке концевых выключателей и взаимодействующих с ними лыж опускание и подъем грунтозацепов будет своевременным и оптимальным.

Преимущество первого устройства заключается в более простой электрической схеме без использования реле времени.

Преимущество второго устройства заключается в более простой конструкции лыж, взаимодействующих с концевыми выключателями, за счет их прямолинейной формы.

Выводы

1. Приведены основные способы повышения тягово-сцепных свойств шагающей болотоходной машины и дан их критический анализ. При этом отмечается, что наиболее рациональным способом повышения тягово-сцепных свойств шагающей болотоходной машины является применение пассивных и, особенно, активных грунтозацепов.
2. С целью повышения тягово-сцепных свойств шагающей болотоходной маши-

ны при ее передвижении по неосушенной торфяной залежи специалистами кафедры «Торфяные машины и комплексы» Калининского политехнического института были разработаны два варианта конструкций пассивных грунтозацепов, которые установлены на шагающих болотоходах БШ-1 и БТ-1. Приведены описание и принцип работы пассивных грунтозацепов.

3. С целью повышения тягово-сцепных свойств шагающей болотоходной машины на сильно обводненной торфяной залежи разработаны три варианта активных грунтозацепов с ручным управлением, которые были установлены на опытной машине БТ-1 и на серийных машинах БШМ и БШМ-1. Приведены описание и принцип работы указанных активных грунтозацепов с ручным управлением.
4. На основании выполненных исследований в настоящее время разработаны на уровне изобретения два устройства для автоматического управления активными грунтозацепами. Приведены их описание и принцип работы. Применение автоматических устройств позволяет существенно упростить управление шагающей болотоходной машиной, а также повысить ее тягово-сцепные свойства и проходимость при передвижении по сильно обводненной торфяной залежи за счет более эффективной работы ее активных грунтозацепов, что позволяет использовать шагающий болотоход преимущественно в качестве болотного тягача при транспортировании нагруженных прицепов в указанных условиях.

Библиографический список

1. Коровицын Л.Ф. Проходимость шагающего болотохода / Л.Ф. Коровицын, А.А. Петров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – № 4. – С. 20–22.
2. А.с. 1044542 СССР, МПК В62D 57/02. Внедорожное транспортное средство / Коровицын Л.Ф., Петров А.А., Васильев Н.П., Ткачев В.Г. (СССР). – № 2940115; заявл. 13.06.80; опубл. 30.09.83, Бюл. № 36. – С. 64.
3. Оказать техническую помощь ЗОМу ВНИИТП в изготовлении болотного тягача, а ВНИИСТу во внедрении шагающих болотоходов: Отчет о НИР (заключит.) / Калининский политехн. ин-т; рук. Коровицын Л.Ф.; ответств. исполн. Петров А.А. – Калинин, 1985. – 38 с. – № ГР 01.83.0025182. – Инв. № 028600264787.

4. А.с. 1556019 СССР, МПК В62D 57/02. Внедорожное транспортное средство / Коровицын Л.Ф., Петров А.А., Александров В.Н. (СССР). – № 2940115; заявл. 05.07.88; опубл. 28.02.94, Бюл. № 4.
5. Испытать опытный образец шагающего болотного тягача в условиях неосушенного болота: отчет о НИР (промежуточ.) / Калининский политехн. ин-т; рук. Коровицын Л.Ф.; ответств. исполн. Петров А.А. – Калинин, 1987. – 64 с. – № ГР 01860121409. – Инв. 02880043024.
6. *Петров А.А.* Шагающий болотный траншеекопатель / А.А. Петров, Л.Ф. Коровицын, В.Н. Александров // Каталог паспортов. Научно-технические достижения, рекомендуемые для использования в мелиорации и водном хозяйстве. – М.: ЦБНТИ. – 1992. – Вып. 14. – С. 11–12.
7. *Петров А.А.* Высокопроходимая шагающая техника для освоения болот и устранения нефтяных загрязнений болотных почв. Современные проблемы развития нефтегазовой промышленности России // Нефтегазопромысловый инжиниринг. – 2005. – № 3. – С. 27–32.
8. *Петров А.А., Гирич Д.В.* Малогабаритный шагающий болотоход для устранения нефтяных загрязнений на болотах // Нефть-Газ промышленность. – 2006. – № 4 (24). – С. 50–51.
9. *Петров А.А.* Исследование процесса передвижения активных грунтозацепов шагающей болотоходной машины и определение оптимальных моментов их включения и выключения для автоматического управления / А.А. Петров, Б.Ф. Зюзин // Труды ИНСТОРА. – 2021. – № 23 (76). – С. 34–47.
10. Заявка 2022104669 Российская Федерация, МПК В62D 57/02. Шагающий болотный тягач / Петров А.А., Зюзин Б.Ф., Замула А.И. и др.; заявитель Тверской технический государственный университет; приоритет 21.02.2022.

УДК 622.331.(09)

Копенкина Л.В.

Копенкина Любовь Владимировна, к. т. н., доцент кафедры технологических машин и оборудования Тверского государственного технического университета, Тверь, Академическая, 12, lvkopenkina@mail.ru

Kopenkina L.V.

Kopenkina Lubov V, Dr, Associate Professor of the Chair of Technological Machinery and Equipment of the Tver State Technical University, Tver, Akademicheskay, 12, lvkopenkina@mail.ru

ИЗОБРЕТАТЕЛЬ ТОРФЯНЫХ МАШИН И ПРЕПОДАВАТЕЛЬ КАФЕДРЫ ТОРФЯНОЙ МЕХАНИКИ МОСКОВСКОГО ТОРФЯНОГО ИНСТИТУТА Б.Н. ОЗЕРОВ

Аннотация. В статье отмечается вклад изобретателя торфяных машин, преподавателя кафедры торфяной механики Московского торфяного института Б.Н. Озерова в развитие торфяного дела.

Ключевые слова: история торфяного дела, кафедра торфяной механики, торфяные машины, полировка поля, ворочка кусков, шарообразный брикет, Б.Н. Озеров.

THE INVENTOR OF PEAT MACHINES AND THE TEACHER OF THE CHAIR OF PEAT MECHANICS OF THE MOSCOW PEAT INSTITUTE B.N. OZEROV

Annotation. The article notes the contribution of the inventor of peat machines, teacher of the Department of Peat Mechanics of the Moscow Peat Institute B.N. Ozerov in the development of peat industry.

Keywords: history of peat industry, chair of peat mechanics, peat machines, field polishing, rollover of pieces, spherical briquette, B.N. Ozerov.

Эту статью побудило написать письмо, которое пришло на электронную почту автора статьи, от Татьяны Залаты, практикующего юриста и занимающейся историческим краеведением по Ступинскому и Коломенскому районам Московской области.

Одно из ее исследований посвящено истории одной из самых богатых семей Коломны – семьи купца 1-й гильдии и потомственного почетного гражданина Алексея Семеновича Озерова (1835?–1900) [1, 2]. Известен его коломенский особняк, в котором сейчас располагается картинная галерея «Дом Озерова». Но о судьбе потомков не было известно.

Татьяна Залата нашла в статье [3] упоминание об инженере Б.Н. Озерове и возник вопрос, не является ли он сыном потомственного почетного гражданина Н.А. Озерова и внуком коломенского купца 1-й гильдии и потомственного почетного гражданина А.С. Озерова, поскольку эта информация важна для исторического исследования.

Для истории торфяного дела, а также истории кафедры технологических машин и оборудования Тверского государственного технического университета, которая будет отмечать в 2022 году 100 лет, это тоже интересно.

В архиве ТвГТУ автором статьи найдена информация о Борисе Николаевиче Озерове, в личном деле которого им указано, что он сын потомственного почетного гражданина, также совпал год и месяц рождения с информацией из статьи [1].

Борис Николаевич Озеров (рис. 1) родился 6 (18) декабря 1889 года в г. Коломна Московской области [1, 4].

В 1910 году он окончил гимназию и поступил на математический факультет Московского университета. Озеров учился в Московском высшем техническом училище (1911–1918), окончил МВТУ по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». В годы студенчества он давал уроки.

В 1917–1918 гг. Б.Н. Озеров работал помощником начальника мастера механического цеха завода П. и К^о.

В 1918–1923 гг. он заведовал механической частью и работал инженером Управления торфяных разработок Александровско-Виндавской и Северной железных дорог. По совместительству в 1922–1923 гг. заведовал технико-нормировочным бюро при Центральной Автосекции.

В 1923–1924 гг. Озеров стал младшим научным сотрудником отдела торфотехники Цент-

рального научно-исследовательского института торфяной промышленности (Инсторф).

В 1923 году им были заявлены изобретения, связанные с усовершенствованием канатного транспортера, применявшегося для транспортирования кускового торфа:

- автоматическое устройство для укладывания досок с торфинами, поступающими с торфяного пресса на канатный транспортер (патент на изобретение № 919);
- приспособление для предохранения канатов канатного транспортера от соскакивания с поддерживающих блоков во время работы (патент на изобретение № 1704).

В 1924 году им было заявлено изобретение опорной тележки канатного транспортера, приспособление для канатных транспортеров, служащее для передачи порожних грузовых пластин или досок с одной ветви транспортерной системы на другую (патент на изобретение № 925).

В 1924–1927 гг. Б.Н. Озеров работал инженером-теплотехником во 2-м Льюнуправлении. Участвовал в испытаниях тепло-силового хозяйства Меленковской, Муромской, Вязниковской фабрик. В 1927 году им был заявлен парорегулятор для нагрева воды в корыте мокрого прядильного ватера (патент на изобретение № 8514, соавтор Морозов С.И.).

В 1927–1936 гг. он стал старшим научным сотрудником отдела торфотехники Центрального научно-исследовательского института торфяной промышленности (Инсторф). В автобиографии он написал, что желал работать в



Рис. 1. Б.Н. Озеров (фото из личного дела. Архив ТвГТУ).

Fig. 1. B.N. Ozerov (foto from personal file. Archive of TSTU).

торфяной промышленности в 1927 году, когда снова пошел работать в Инсторф.

В 1927 году им было заявлено приспособление для устранения отклонений конечной тележки канатного транспортера от пути, установленного для ее перемещения (патент на изобретение № 8430).

В 1929 году заявлена канатная дорога (патент на изобретение № 21907, соавторы: Сарматов М.И., Вохминцев Н.А.).

В 1930 году – устройство для подачи сыпучих материалов, преимущественно торфяной крошки, на расположенный на тракторе транспортер (соавтор Турутин С.Г., патент на изобретение № 27626).

В 1931 году Б.Н. Озеров находился два месяца в Германии для закупки торфяных машин [5]. На заводе *Weserhütte* был заказан фрезер с тарельчатыми дисками его системы.

В 1932 году он изобрел приспособление для собирания торфяной крошки всасыванием (патент № 28478).

В сезоне 1932–1933 гг. на торфяной опытной станции испытывался тарельчатый фрезер системы Б.Н. Озерова (рис. 2), предназначенный для полировки поверхности торфяного поля, фрезерования, прорезки эллиптических борозд [6].

Фрезерабан состоял из вала с насаженными на нем коническими стальными тарелками с зубьями различной формы [6].

Для тарельчатого полировочного барабана было определено уравнение траектории фрезерования А.К. Скрыбиным [7].

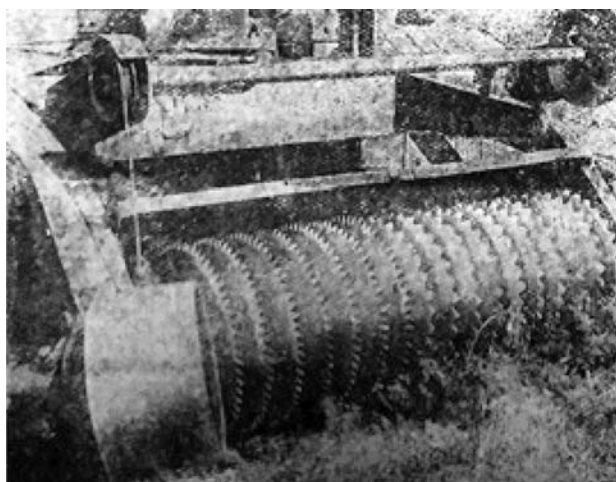


Рис. 2. Дисковый тарельчатый фрезер системы Б.Н. Озерова

Fig. 2. Disk dish milling cutter of the B.N. Ozerov system

Самоходная полировочная машина с сцепным дисковым тарельчатым фрезером системы Б.Н. Озерова, названная ПТФ, испытывалась Всесоюзным научно-исследовательским институтом механизации торфяной промышленности (ВИМТ) затем в 1938 году [8, 9].

В 1933 году Озеровым было заявлено изобретение: приспособление для брикетирования торфа овальной формы с применением двух транспортеров с бесконечными лентами, между которыми окатывается торф шарообразной формы (авторское свидетельство № 37066).

Награжден грамотой ударника в 1931 г., почетным званием ударника за интенсивность в работе по выполнению плана, рационализаторские предложения и ценное изобретение (01.01.1933), за выполнение плана и за работу по созданию торфяных машин (04.11.1933).

В 1935 году Озеров подал заявки на изобретения:

- устройство для подъема торфяных кирпичей с поля сушки (авторское свидетельство № 40956);
- врубовая машина для открытых работ, в том числе для торфяного грунта (авторское свидетельство № 48049).

Накалывающая машина системы инженера Б.Н. Озерова, представляющая собой активные гусеницы с иглами диаметром 5 мм и глубиной погружения в торфяной кусок до 100 мм, испытывалась в 1933 году. Предназначалась для ворожки кускового торфа с целью повышения интенсивности сушки. Иглы поднимали кирпич и передавали на транспортер, с которого куски сбрасывались на поле сушки [10].

С 1935 года Б.Н. Озеров работал доцентом на кафедре торфяной механики Московского торфяного института (рис. 4).

ВАК при Всесоюзном Комитете по делам высшей школы в 1935 году без защиты диссертации утвердила Б.Н. Озерова в ученой степени кандидата технических наук (диплом выдан в 1946 году) [4, л. 8], а также исполняющим обязанности действительного члена Института (Инсторфа) по специальности «Торфяные машины» с обязательством защитить диссертацию на ученую степень доктора до 1.01.1938 года.

В 1936 г. им были заявлены изобретения:

- устройство для брикетирования торфа шарообразной формы (авторское свидетельство № 48165);
- приспособление для питания транспортера торфоуборочной машины (авторское свидетельство № 50761).

В 1936 году Б.Н. Озерову объявлена благодарность НКТП за конструкцию канатной части транспортера и выдана премия 1500 рублей за отличную работу по изготовлению и проведению экспериментальных работ новых торфяных машин.

В 1940 году для вторичной ворожки гидроскреперного торфа Озеровым был переконструирован культиватор с новой конструкцией плужков и их взаимного расположения на раме, вследствие чего оказалось возможным переворачивать большой кирпич, который получается при гидроскреперном способе добычи. После прохода такого культиватора получают 4 вала, напоминающие змейки. Данный культиватор можно считать производственным механизмом.

В 1945–1946 годах в лаборатории торфяных машин Б.Н. Озеровым была создана пневмостилочная лабораторная установка (соавторы – Блох И.Г., Симонян А.А.).

Присвоено ученое звание доцента Б.Н. Озерову в 1947 году [4, л. 6].

В 1949 году Б.Н. Озеровым (рис. 3) были заявлены изобретения:

- механизм для добычи фрезерного торфа (авторское свидетельство № 80881, соавтор Долинин П.В.) с целью добычи уплотненного фрезерного торфа, состоящее из ряда быстро движущихся с различной скоростью быстро движущихся бесконечных стальных тросов, предназначенных для

перетиранья и уплотнения верхнего слоя фрезерных полей;

- мунштук торфяного пресса (соавтор Блох И.Г., авторское свидетельство № 83911);
- устройство для разрезания торфяной ленты (соавтор Блох И.Г., авторское свидетельство № 86952);
- аппарат для формования и выстилки торфа-сырца на поле сушки (соавтор Блох И.Г., авторское свидетельство № 86952).

В 1950–1952 годах была испытана в производственных условиях разработанная Озеровым пневмостилочная машина (соавтор – Блох И.Г.).

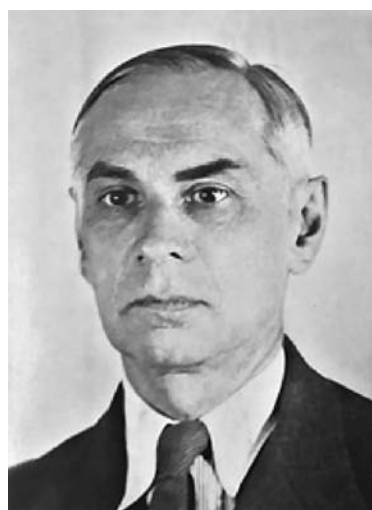


Рис. 3. Б.Н. Озеров (1949)

Fig. 3. B.N. Ozerov (1949)



Рис. 4. Кафедра торфяной механики. 1952 г., Москва. Б.Н. Озеров – первый слева в первом ряду

Fig. 4. Chair of Peat Mechanics. 1952, Moscow. B.N. Ozerov is the first on the left in the first row

Б.Н. Озеров был представлен Московским торфяным институтом к награде орденом Трудового Красного Знамени 15 апреля 1951 года [4, л. 37–38], но в характеристике 1953 года данная награда не упоминается.

В характеристике Озерова, подписанной директором МТИ М.В. Булочниковым, отмечается высокий уровень руководства дипломным проектированием студентов и проведения практических занятий, создание им ценнейшей коллекции чертежей торфяных машин, которой пользуются студенты и конструкторы торфяной промышленности.

С 1958 года Б.Н. Озеров вышел на пенсию, но работал по условиям почасовой оплаты на той же кафедре «Торфяные машины». В 1961 году ему было отказано в нагрузке в связи с «отсутствием нагрузки», как и еще 22 преподавателям.

За время работы в торфяной промышленности Б.Н. Озеров имел 19 изобретений, два переданы промышленности.

Награжден медалями «За оборону Москвы», «За трудовую доблесть», Наркоматом электростанций – значком «Отличник».

Библиографический список

1. Залата Т.К. Страницы из жизни Озеровых // Коломенский альманах: литературный ежегодник: орган творческого объединения писателей Коломны. – 2018. – № 22. – С. 317–326.
2. Залата Т.К. Дети А.С. Озерова. Проступающие сквозь время портреты / Т.К. Залата // Одиннадцатые открытые Абакумовские чтения: сб. статей Всероссийской научно-практической конференции / сост. Г.В. Дроздова. – Коломна: Культурный центр «Дом Озерова», 2021. – С. 116–138.
3. Копенкина Л.В. И.Г. Блох (1888–1958) – профессор и ученый в области конструирования и расчета торфяных машин» (к 130-летию со дня рождения) // Труды Инсторфа. – 2018. – № 18 (71). – С. 57–60.
4. Архив ТвГТУ. Архив № 724. Св. 31. Оп. 21.
5. Озеров Б.Н. О торфяных машинах за границей // Торфяное дело. – 1932. – № 12. – С. 17–22.
6. Озеров Б.Н., Соловьев Г.А. Испытание тарельчатого фрезера для полировки болот системы инженера Озерова // Торфяное дело. – 1934. – № 8. – С. 6–8.
7. Скрябин А.К. Общее уравнение траектории фрезерования. Рассмотрение частных случаев // Труды Московского торфяного института. – 1934. – Вып. 1. – С. 82–84.
8. Худокормов Г.М. Полировка поверхности торфяной залежи // Механизированная подготовка полей добычи и сушки торфа: сб. статей. – Труды ВИМТ. – 1940. – Вып. 4. – С. 131–147.
9. Бочаров М.С. Механизация подготовки торфяных залежей к эксплуатации. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1949. – 136 с.
10. Сидякин С.А. Сушка и уборка кускового торфа. – М.-Л.: ГЭИ, 1948. – 284 с.

ТОРФЫЙ ЖУРНАЛ

197 лет

Издается с 1825 года
(№ 2298)

5.2022

100 лет

Тверской государственной
технической университет

СОДЕРЖАНИЕ

ТВЕРСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ
ТЕХНИЧЕСКОМУ УНИВЕРСИТЕТУ – 100 ЛЕТ

- Твардовский А. В.* Тверской государственный технический университет: навстречу второму столетию 5
- Мисников О. С., Копенкина Л. В., Зюзин Б. Ф.* Научные школы Московского торфяного института и их развитие в Тверском государственном техническом университете 9

РАЗВИТИЕ ТОРФЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ

- Панов В. В.* Особенности развития геологии и разведки торфяных месторождений в России 23

ПЕРЕРАБОТКА И КОМПЛЕКСНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНОГО СЫРЬЯ

- Грекова И. В., Грекова В. Ю.* Безотходная переработка низинного торфа для получения жидких органоминеральных удобрений 31
- Пругинская Е. А., Мисников О. С., Сульман М. Г., Косицков Ю. Ю.* Переработка лузги подсолнечника и торфа с получением меланиновых веществ и композиционных топливных брикетов 36
- Александров Е. М., Грецов Н. В., Горбунов А. В., Олейникова Л. И.* Обоснование технологических параметров получения топливно-плавильных экструзионных брикетов 41
- Алексимова Т. Ю.* Состояние и перспективные направления использования торфа в сельском хозяйстве России 47

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ДОБЫЧИ ТОРФА

- Яблонев А. Л., Гусева А. М.* Анализ параметров и режимов работы формующего агрегата машин для добычи кускового торфа с позиции обеспечения качества получаемого продукта 52

Яблонев А. Л., Щербакова Д. М. Обоснование параметров установки всасывающего сопла торфяной пневмоуборочной машины 57

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

- Валиев Н. Г., Грецов Н. В., Егшина О. С., Лебзин М. С.* Научно-практические предпосылки создания цифровых природовоспроизводящих геотехнологий для комплексного освоения торфяных ресурсов 63
- Родькин О. И., Ракович В. А.* Экологические аспекты рационального использования выбеших из промышленной эксплуатации торфяников 68

ТОРФЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

- Солодовников С. Ю., Сергеевич Т. В.* Становление и развитие торфяной промышленности в Белорусской ССР 75
- Солодовников С. Ю., Мелешко Ю. В.* Белорусская торфяная промышленность: современное состояние и перспективы развития 83

ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЕ ПОСВЯЩАЕТСЯ

- Толстов В. А.* Единственный в России музей торфяной отрасли: современная память 89
- Мисников О. С.* Страницы семейного дневника 91

РЕКЛАМА

На обложке:
ООО «Лаборатория Майнфрэйм»
Подписка на журнал Eurasian Mining на 2022 год

На цветной вкладке:
Грачев И. Г. IMS: интеллектуальная система мониторинга и прогнозной аналитики
ООО «Промтехнаб»