

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2021, №3, Том 13 / 2021, No 3, Vol 13 <https://esj.today/issue-3-2021.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/13SAVN321.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Носков И.В., Ананьев С.А., Осипова М.А. Исследования сдвиговых и фильтрационных свойств торфа, как материала для устройства оснований зданий и сооружений на заболоченных территориях // Вестник Евразийской науки, 2021 №3, <https://esj.today/PDF/13SAVN321.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

**For citation:**

Noskov I.V., Ananyev S.A., Osipova M.A. (2021). Research of shear and filtration properties of peat as material for basing of buildings and structures in wetlands. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(13). Available at: <https://esj.today/PDF/13SAVN321.pdf> (in Russian)

УДК 624.131.276

ГРНТИ 67.21.17

**Носков Игорь Владиславович**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул, Россия  
Заведующий кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия»  
Кандидат технических наук, доцент  
E-mail: noskov.56@mail.ru

**Ананьев Сергей Анатольевич**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул, Россия  
Старший преподаватель «Технология и механизация строительства»  
E-mail: ananda\_hasita@mail.ru

**Осипова Марина Александровна**

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул, Россия  
Доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия»  
Кандидат геолого-минералогических наук, доцент  
E-mail: kurator.stf@yandex.ru

## **Исследования сдвиговых и фильтрационных свойств торфа, как материала для устройства оснований зданий и сооружений на заболоченных территориях**

**Аннотация.** Показатели сопротивления торфа сдвигу являются важными расчетными характеристиками, определяющими способность торфа сопротивляться сдвигающим усилиям. Если от действия внешней нагрузки касательные напряжения в грунте превзойдут величину сопротивления его сдвигу, наблюдаются необратимые взаимные смещения грунтовых частиц (обрушение откосов, выпирание грунта из-под опор сооружения и т. д.).

Рассматривая зависимость между деформацией сдвига и сдвигающим усилием для торфа ненарушенной структуры, можно установить, что по мере роста перемещений сдвигающая сила возрастает по некоторой кривой до своего максимального значения. Дальнейший рост деформаций сопровождается уменьшением величины сдвигающего усилия, которое постепенно принимает постоянное значение.

Такой характер изменения величины сдвигающего усилия по мере роста деформаций объясняется более плотным соприкосновением частиц торфа в начальный период деформаций и наличием структурной прочности торфяного скелета. При максимальном значении

сдвигающего усилия происходит нарушение структуры в плоскости сдвига; в дальнейшем сопротивление сдвига преимущественно обуславливается лишь взаимным трением сдвигающих частиц и так называемым восстанавливаемым сцеплением.

**Ключевые слова:** торф; основания сооружений; лабораторные испытания; фильтрация; коэффициент фильтрации; влажность грунтов; пористость грунтов; уплотнение оснований; плотность грунта; сдвиговые испытания; срезающая нагрузка; закон Дарси; напорная фильтрация в грунтах

Природа сил сцепления, обуславливающая связность торфяных грунтов, полностью еще не выяснена. Обусловлено это сложностью природы внутренних связей в дисперсных системах.

Выделено следующие пять видов этих связей: собственно молекулярные, цементационные, структурно-коллоидные, водно-адсорбционные и чисто механические.

Для торфяных грунтов к главнейшим факторам, вызывающим силы сцепления, можно отнести:

1. Наличие неразложившихся растительных остатков, так называемое структурное сцепление.
2. Сцепление, вызываемое действием молекулярных сил при сближении частиц торфа на расстояние меньше удвоенного радиуса молекулярных сил.
3. Сцепление, вызываемое действием капиллярных сил.

Так называемое структурное сцепление имеет ярко выраженную степень устойчивости по отношению к различным видам изменения естественной влажности торфяных грунтов, обусловлено это качественным составом растительных волокон в структуре грунта и самим происхождением этих волокон. Сцепления в одном и том же типе торфа в разных плоскостях нагрузок имеют различные абсолютные значения.

Разность в силах  $T_1-T_2$  отнесенная к единице поверхности среза, называется структурным сцеплением. Сопротивление торфов сдвигу, как и других грунтов, возрастает с увеличением нормальной нагрузки.

Многочисленными опытами установлено, что зависимость между сопротивлением и нормальным давлением близка к прямолинейной (рисунок 1) и выражается уравнением

$$\tau = c + fp, \quad (1)$$

где  $\tau$  – сдвигающая нагрузка в кг/см<sup>2</sup>;

$c$  – удельное сцепление в кг/см<sup>2</sup>, определяемое величиной отрезка, отсекаемого на оси ординат;

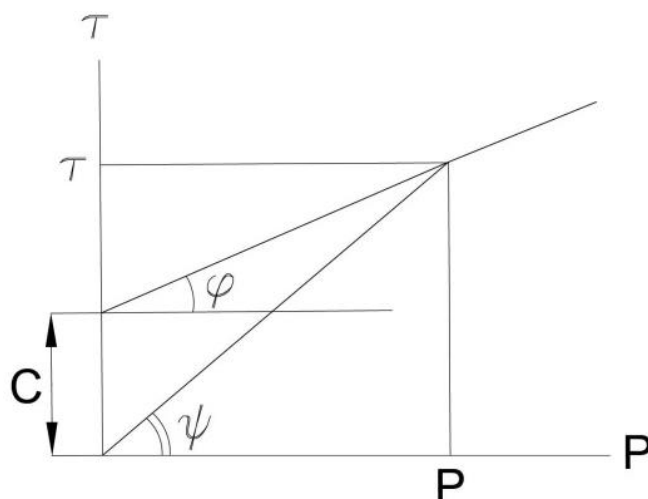
$f$  – коэффициент трения, равный тангенсу угла наклона  $f$  прямой к оси абсцисс;

$f$  – угол внутреннего трения.

Отношение  $\frac{\tau}{p} = tg\psi$  называется коэффициентом сдвига, а  $\psi$  углом сдвига.

Коэффициент сдвига для связных грунтов и торфа с увеличением нормального давления уменьшается и потому не является удобной характеристикой сопротивления их сдвигу [1].

Как видно из приведенной формулы (1), сопротивление торфа сдвигу обусловлено двумя факторами: сцеплением и трением торфа между частицами. Величина сил сцепления и трения в торфе зависит от его влажности, степени уплотнения, структуры, величины деформации сдвига и скорости, с которой она протекает. Сцепление.



**Рисунок 1.** Зависимость между сопротивлением и нормальным давлением в торфяном грунте (составлено автором)

Изменение влажности торфа по-разному отражается на характере сил сцепления в зависимости от их природы.

Стоит отметить, что торфяные грунты имеют максимальные значения сцеплений в основном-преобладающем направлении структуры составляющей их волокон. Самые малые или даже незначительные значения, как правило, наблюдаются в перпендикулярном направлении структурных волокон. Колебание этих значений может находиться в пределах 1,3–5,5. Стоит отметить, что молекулярные силы, которые являются образующими для сцепления торфяного грунта, с увеличением его влажности уменьшаются. Данное явление может объяснить образование распирающих микрослоев воды и резким уменьшением давления частиц грунта друг на друга по мере увеличения этих микрослоев [2].

Капиллярное сцепление также уменьшается с увеличением влажности торфа и исчезает при влажности его сверх полной капиллярной влагоемкости.

Известный интерес представляет коллоидно-химическая гипотеза связности торфа, основанная на значительном содержании в его составе гуминовых кислот. Так установлено, что гуминовые кислоты составляют до 50 % от всего органического состава торфа. С увеличением степени разложения содержание гуминовых веществ быстро повышается, и для хорошо разложившихся торфов содержание гуминовых веществ (с лигнином) доходит до 59,6 %.

Большое содержание гуминовых веществ в торфе дает основание предполагать, что в результате взаимодействия дисперсионной среды, представляющей собой высокодисперсный золь, и частиц торфа, последние покрывают не водными пленками, а коллоидными пленками гуминовых веществ. Коллоидные пленки гуминовых веществ обеспечивают связность торфяных грунтов подобно кремнекислым коллоидным пленкам кремнегеля, придающего связность глинистым породам [3].

Образование подобных пленок в низинных и верховых торфах происходит различно. В результате низинный торф имеет большую склонность к явлениям коагуляции и обнаруживает более слабые связи в сравнении с верховым.

Для оценки сил сцепления в торфах ненарушенной структуры часто пользуются испытанием временного сопротивления на разрыв.

Опыты показали, что разрывающее напряжение для торфа зависит от структуры и прочности растительного волокна. Так, малоразложившийся торф, содержащий большое

количество волокна сфагнома и пушицы, имеет сопротивление разрыву в четыре раза больше, чем древесный торф. Нарушение структуры уменьшало сопротивление разрыву в 3,5 раза.

Исследователи в процессе ряда испытаний пришли к следующим выводам:

- а) разрывающее напряжение  $\nu$  верхового торфа больше чем у низинного;
- б) с увеличением влажности торфа разрывающее усилие уменьшается;
- в) переработка торфа, особенно верхового, при высокой влажности приводит к уменьшению разрывающего усилия;
- г) одной из основных причин изменения величины разрывающего напряжения с изменением влажности следует считать изменение капиллярных сил в торфе.

Таким образом, установлена формула, определяющая величину разрывающего напряжения в зависимости от эффективного радиуса частиц и влажности торфа,

$$F = 0.235 \frac{1}{R} \left( 1 - \sqrt[4]{0.106 \frac{\rho}{\Delta} \frac{\omega}{1-\omega}} \right), \quad (2)$$

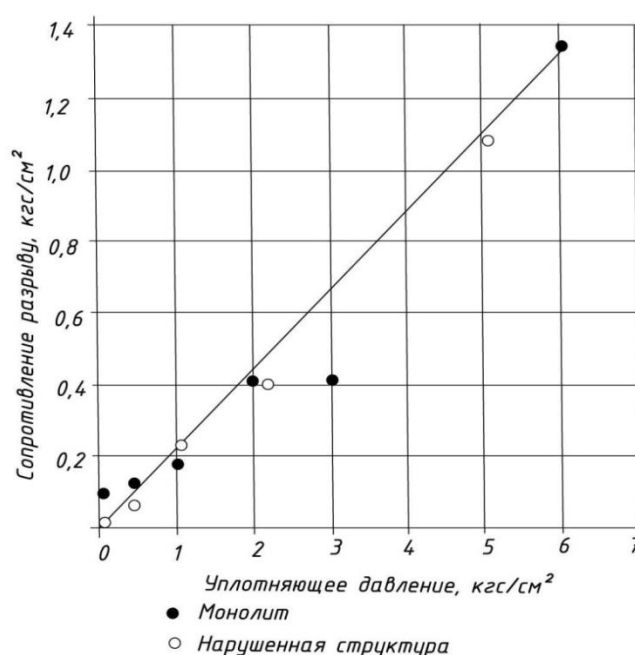
где  $\rho$  – удельный вес торфа;

$\Delta$  – удельный вес воды;

$\omega$  – влажность в долях от общего веса торфа;

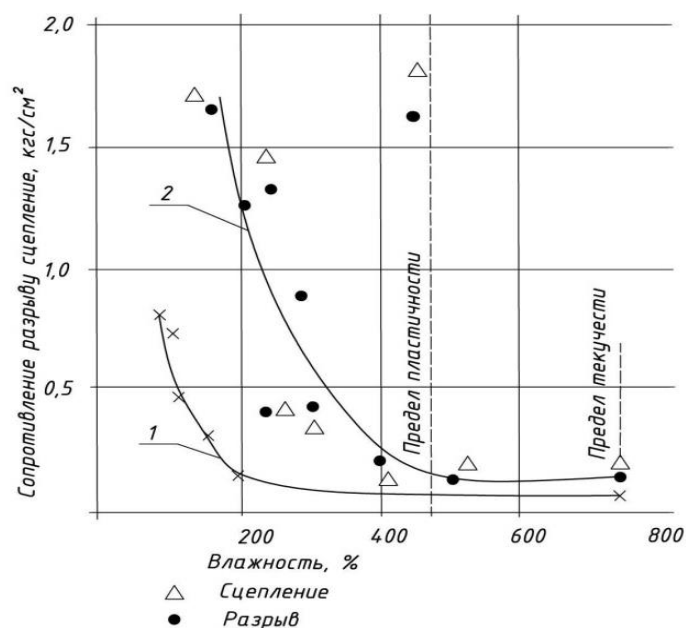
$R$  – средний эффективный радиус частиц.

Сопротивление торфа разрыву в его естественном залегании составляет 0,10–0,15 кг/см<sup>2</sup> и растет с уменьшением влажности. Нарушение структуры значительно уменьшает сопротивление разрыву (примерно в 3–6 раз). Наибольшая разность между сопротивлением разрыву для торфов ненарушенной и нарушенной структуры наблюдается для участка влажностей между пределом текучести и пределом пластичности. Однако для образцов торфа нарушенной структуры, уплотненных давлением, эта разность с уменьшением влажности сглаживается и при влажности примерно 0,75 предела пластичности равна нулю (рисунок 2).



**Рисунок 2.** Зависимость сопротивления разрыву от уплотняющего давления для осокового торфа степенью разложения 50 % (составлено автором)

Сопротивление разрыву образцов торфа ненарушенной структуры, уплотненных под водой, больше, чем для торфа-монолита, высушенного на воздухе (рисунок 3). Это объясняется тем, что при одинаковой влажности в торфе, уплотненном давлением, частицы более сближены между собой, чем в образцах торфа, высушенных на воздухе.



**Рисунок 3.** Зависимость сопротивления разрыву от влажности для осокового торфа степенью разложения 50 % ненарушенной структуры: 1 – сушился на воздухе, 2 – уплотнялся под давлением (составлено/разработано автором)

Из графиков также видно, что сопротивление срезыванию (сцепление) примерно равнозначно сопротивлению разрыва.

**Внутреннее трение.** Внутреннее трение или сопротивление взаимному перемещению частиц скелета торфа возникает при деформации сдвига вследствие зацепления отдельных частиц друг за друга.

Силы внутреннего трения в грунтах пропорциональны нормальному давлению и характеризуются углом внутреннего трения ( $\phi$ ). Величина угла внутреннего трения торфа зависит от формы и крупности частиц, влажности, степени уплотнения и др. [4].

Некоторые данные по сопротивлению сдвигу различных видов торфов в зависимости от степени разложения, зольности и структуры приведены в таблице 1.

Из таблицы 1, а также из опытов лаборатории ОАО «ГИПРОДОРНИИ» следует, что грубое нарушение структуры или смятие торфа руками незначительно уменьшает силы трения и сцепления в торфе. Переработка торфа в машине или мясорубке уменьшала его угол внутреннего трения почти в два раза.

По данным других исследований, нарушение структуры торфов уменьшало силы сцепления примерно в 1,5–2 раза; угол внутреннего трения торфов нарушенной структуры несколько повышался (таблица 2).

Отбор образцов торфа нарушенной структуры производится после его уплотнения в стандартном приборе 25 ударами трамбовки при оптимальной влажности. Подготовка и срез образцов велась при вертикальных нагрузках 0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 кг/см<sup>2</sup>.

С увеличением влажности торфа угол внутреннего трения уменьшается, приближаясь к нулевому значению. В таблице 3 приведены изменения угла внутреннего трения и сил сцепления торфа в зависимости от его влажности.

**Таблица 1**

**Значение сил трения и сцепления в различных видах торфа**

Вид торфа	Степень разложения в %	Зольность в %	Структура	Угол внутреннего трения	Сцепление в кгс/см <sup>2</sup>
Гипново-тростниковый	47	13,1	естеств.	19°00'	0,510
	77	11	естеств.	9°55'	0,432
Древесный	77	14	естеств.	17°40'	0,585
	55	2,3	естеств.	20°00'	0,270
Древесно-осоковый	60	22	естеств.	14°45'	0,320
	90	12,5	нарушен.	20°30'	0,300
Пушицевый	40	2,3	нарушен.	25°40'	-
Осоковый	80	11,0	нарушен.	23°00'	0,280
	80	11,0	естеств.	28°00'	0,251
Осоко-древесный	85	11,1	естеств.	24°50'	0,290
	85	11,1	нарушен.	17°30'	0,262
Сфагно-пушицевый	30	2,5	естеств.	21°50'	0,100
Тростниковый	40	9,2	естеств.	20°40'	0,503
	40	9,2	нарушен.	15°00'	0,243
Травяно-древесный	70	17,1	естеств.	13°55'	0,782

*Составлено/разработано автором*

**Таблица 2**

**Значение сил трения и сцепления в различных видах торфа**

Вид торфа	Структура	Плотность образцов при разрядке в г/см <sup>3</sup>	Угол внутреннего трения	Сцепление в кгс/см <sup>2</sup>
Тростниковый 40 %	естеств.	0,192	24°30'	0,260
	нарушен.	0,197	27°10'	0,150
Осоковый 30 %	естеств.	0,155	26°10'	0,310
	нарушен.	0,152	26°30'	0,180

*Составлено/разработано автором*

**Таблица 3**

**Изменения угла внутреннего трения и сил сцепления торфа в зависимости от его влажности**

Влажность в %	Угол внутреннего трения в градусах	Сцепление в кгс/см <sup>2</sup>
200–400	24–30	0,3–0,5
400–600	18–24	0,2–0,3
600–1000	15–18	0,2–0,3
1000–1500	5–15	0,1–0,2
более 1500	0–5	0,04–0,1

*Составлено/разработано автором*

**Напорная фильтрация в торфяных грунтах**

Экспериментальные исследования напорной фильтрации в низинных торфах проводились в лаборатории ОАО «ГИПРОДОРНИИ». Опыты показали, что неоднородность торфа естественной структуры, а также наличие газов в его порах резко искажают обычную картину движения грунтового потока в однородной среде. В основном это различие сводится к концентрации эквипотенциалей на входной части сооружения, особенно на выходе фильтрационного потока в нижний бьеф. Ординаты эпюр приведенных напоров на выходных

контурах флютбета отклоняются от вычисленных в предположении полной однородности среды в сторону увеличения в 1,2–1,9 раза.

Опытами также установлено, что эффективность вертикальных элементов фильтрационного понура в гашении напора в торфяных грунтах также высока, как и в минеральных, шпунтовая стенка, прорезающая монолит до хорошо проницаемого слоя, не оказывает существенного влияния на водопроницаемость монолита. Последнее положение находится в противоречии с общепринятыми рекомендациями строительства объектов на торфяных основаниях, согласно которым разрез торфяного слоя шпунтовым рядом влечет за собой усиление фильтрации через образовавшиеся щели.

Грунтовой лабораторией ОАО «ГИПРОДОРНИИ» проведены экспериментальные исследования по изучению характера деформаций торфяных грунтов под воздействием фильтрационного потока. Согласно этим исследованиям, деформации торфа естественной структуры под воздействием фильтрационного потока снизу вверх происходят в виде выпора. Величина разрушающих гидравлических уклонов для различных видов, торфа колеблется в пределах 11,0–51,0 [5].

Исследования на моделях флютбета с одиночным шпунтовым рядом показали на различный характер разрушения торфяных грунтов под действием фильтрационного потока.

В одних опытах разрушение происходило в виде трещины, идущей от низа шпунта на дневную поверхность под углом  $45^\circ$ , в других – характерным являлось появление горизонтальных трещин в торфяном монолите. При последующем увеличении напора область распространения трещин увеличивалась по вертикали вверх и вниз от подошвы шпунта, резко повышая фильтрационный расход. Величина средних градиентов разрушения, по данным этих исследований, колеблется в пределах 6,5–15,4.

Коллективом грунтовой лаборатории было предложено в качестве критерия оценки устойчивости торфяных оснований гидротехнических сооружений принимать предельные напряжения на разрыв, определяемые экспериментально в каждом отдельном случае. Гидротехнический расчет флютбетов на торфяных грунтах в части определения устойчивости оснований рекомендуется производить упрощенными методами строительной механики.

Таким образом, имеющиеся данные экспериментальных исследований показывают, что наличие торфяных грунтов в основании флютбетов низконапорных плотин является благоприятным фактором, позволяющим значительно сократить подземный контур сооружений. Деформации торфа ненарушенной структуры фильтрационными силами происходят в виде выпора. Суффозия в торфе (со степенью разложения до 45 %) имеет ограниченный характер и не оказывает заметного влияния на общую устойчивость торфяного основания. Величины критических градиентов для торфяных грунтов, при которых не происходит опасной деформации их, значительны и превосходят величины критических градиентов глинистых грунтов.

Следует, однако, отметить, что в настоящее время мы не располагаем достаточным количеством данных, позволяющих вывести какие-либо закономерности по напорной фильтрации в торфах под сооружениями, а также предложить метод ее расчета, и этот вопрос требует постановки серии дополнительных исследований.

Из рассмотренных выше зависимостей водопроницаемости от физических и химических особенностей торфа можно определить следующие закономерности:

1. Водопроницаемость торфа определяется сопротивлением, оказываемым пористой средой движущейся воде. При этом основными факторами этого сопротивления являются:

- а) трение движущейся воды об адсорбированные коллоидами и другими мелкими частицами водные пленки связанной воды, содержание которой тем больше, чем больше гидрофильность (степень дисперсности) торфа [6].

Степень дисперсности в свою очередь зависит от степени разложения торфа, увеличиваясь вместе с увеличением последней;

- б) наличие в торфе заземленного воздуха, которое приводит к отсутствию или слабой выраженности активной пористости, количество заземленного воздуха определяется влажностью грунта;
- в) наличие капиллярного противодействия, а также сопротивление выпуклых менисков воды, образованных поверхностями гидрофобных элементов торфа, процесс гидрофобизации торфа увеличивается вместе с ростом степени гумификации [7];
- г) структурные особенности, если они выражаются, наличием прерывистой (четочной) порозности.

2. Основная масса фильтрационного потока проходит через поры размером 8–20μ, которые при приложении давления вместе с более крупными порами обжимаются, что приводит к уменьшению фильтрационных свойств.

3. О причинах затухания фильтрации во времени сделать определенных выводов пока еще нельзя, так как этот вопрос может быть решен путем проведения комплекса новых экспериментальных исследований полевых и лабораторных.

4. Фильтрационные свойства торфяных грунтов существенно зависят от ботанического состава, а также от места и условий образования торфа, от принадлежности торфа к низинному или верховому типу.

Основной особенностью водопроницаемости торфа верховых болот является весьма значительный  $K_{\phi}$  в верхних его слоях с довольно резким его убыванием по глубине [8; 9].

5. Торфяные грунты, как правило, характеризуются анизотропным строением структуры. Показателем анизотропности может служить

$$\alpha = \frac{K_v}{K_r}, \quad (3)$$

где  $K_v$  – коэффициент вертикальной фильтрации;

$K_r$  – коэффициент фильтрации в горизонтальном направлении.

6. Напорная фильтрация и явления, сопровождающие обтекание подземного контура флютбетов гидротехнических сооружений, построенных в торфяных грунтах, пока еще до конца не изучены и определенных выводов сделать нельзя. Предметом дальнейших исследований должно явиться установление допустимых градиентов фильтрации при обтекании контуров сооружения с точки зрения устойчивости торфяного основания явлениям выпора, разрушению в нижнем бьефе, на выходе фильтрационного потока, а также разрыву сплошности основания под влиянием растягивающих гидродинамических горизонтальных сил [10; 11].

7. Основным количественным выражением связи между скоростью фильтрации и гидравлическим градиентом является закон Дарси, записываемый в наиболее общем виде:

$$V = K(I - I_0), \quad (4)$$

где  $I_0$  – начальный градиент фильтрации, ниже которого фильтрация не имеет места.



### Выводы

1. Так называемое структурное сцепление имеет ярко выраженную степень устойчивости по отношению к различным видам изменения естественной влажности торфяных грунтов, обусловлено это качественным составом растительных волокон в структуре грунта и самим происхождением этих волокон. Сцепления в одном и том же типе торфа в разных плоскостях нагрузок имеют различные абсолютные значения. Стоит отметить, что торфяные грунты имеют максимальные значения сцеплений в основном-преобладающем направлении структуры составляющей их волокон. Самые малые или даже незначительные значения, как правило, наблюдаются в перпендикулярном направлении структурных волокон. Колебание этих значений может находиться в пределах 1,3–5,5. Стоит отметить, что молекулярные силы, которые являются образующими для сцепления торфяного грунта, с увеличением его влажности уменьшаются. Данное явление может объяснить образование распирающих микрослоев воды и резким уменьшением давления частиц грунта друг на друга по мере увеличения этих микрослоев.

2. Большое содержание гуминовых веществ в торфе дает основание предполагать, что в результате взаимодействия дисперсионной среды, представляющей собой высокодисперсный золь, и частиц торфа, последние покрывают не водными пленками, а коллоидными пленками гуминовых веществ. Коллоидные пленки гуминовых веществ обеспечивают связность торфяных грунтов подобно кремнекислым коллоидным пленкам кремнегеля, придающего связность глинистым породам. Образование подобных пленок в низинных и верховых торфах происходит различно. В результате низинный торф имеет большую склонность к явлениям коагуляции и обнаруживает более слабые связи в сравнении с верховым. Для оценки сил сцепления в торфах ненарушенной структуры часто пользуются испытанием временного сопротивления на разрыв.

3. Напорная фильтрация и явления, сопровождающие обтекание подземного контура флютбетов гидротехнических сооружений, построенных в торфяных грунтах, пока еще до конца не изучены и определенных выводов сделать нельзя. Предметом дальнейших исследований должно явиться установление допустимых градиентов фильтрации при обтекании контуров сооружения с точки зрения устойчивости торфяного основания явлениям выпора, разрушению в нижнем бьефе, на выходе фильтрационного потока, а также разрыву сплошности основания под влиянием растягивающих гидродинамических горизонтальных сил.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ершов С.В. Палеобатиметрия позднеюрско-неокомского бассейна севера западной Сибири и влияние на нее природных процессов / Ершов С.В. Геология и геофизика. 2016. Т. 57. №8. С. 1548–1570.
2. Иванов К.С. Докембрийские комплексы западной Сибири и ее восточного обрамления. Обзор и следствия для нефтегазовой геологии / Иванов К.С., Панов В.Ф., Лиханов И.И., Козлов П.С., Хиллер В.В., Пономарев В.С., Ерохин Ю.В., Фаррахова Н.Н. / Горные ведомости. 2017. №6 (154). С. 18–32.
3. Li, J., Fu, G. et al. Research on the adsorptive kinetic experiments on humus and its spacial variations in the Changjiang (Yangtze) estuary. Chin. J. Geochem. 89, 212 (2011). <https://doi.org/10.1007/BF02850112>.
4. Иванов К.С. Некоторые итоги изучения геологии и геохимии Урала и западной Сибири в 2018 году / Иванов К.С. / Уральский геологический журнал. 2018. №6 (126). С. 71–83.

5. Мулявин С.Ф. Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений западной Сибири / Мулявин С.Ф., Маслов В.Н. / Монография / Тюмень, 2016. Том Часть I.
6. Liu, Q., Li, J., Fu, G. et al. Research on the adsorptive kinetic experiments on humus and its spacial variations in the Changjiang (Yangtze) estuary. *Chin. J. Geochem.* 28, 285 (2008). <https://doi.org/10.1007/BF02860142>.
7. Касьянов И.В. Роль процессов карбонатизации пород в формировании залежей углеводородов в западной Сибири / Касьянов И.В., Нежданов А.А. / Геология нефти и газа. 2020. №1. С. 69–79.
8. Darko Spahić, Zoran Bojić, Danica Popović, Tivadar Gaudenyi, Vestiges of Cambro-Ordovician continental accretion in the Carpathian-Balkan orogen: First evidence of the ‘Cenerian’ event in the central Serbo-Macedonian Unit. 2019 *Acta Geologica Polonica*: Institute of Geology University of Warsaw May 20, 2017.
9. Sukanta G.; Purnajit B; Sudhiranjan S. Migmatite rheology of crustal catazone: An example from the SSE part of T. Sundupalle granite-greenstone terrain, Eastern Dharwar Craton, India, Published in *Geological Journal* on April 27, 2021.
10. Борисова Л.С. Геохимия верхнеюрских (баженовская свита) и неокомских нефтей северного приобья (западная Сибирь) / Борисова Л.С., Данилова В.П., Костырева Е.А., Фомин А.Н., Фурсенко Е.А., Конторович А.Э. / Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2004. №10. С. 51–56.
11. Liu, Q., Li, J., Fu, G. et al. Research on the adsorptive kinetic experiments on humus and its spacial variations in the Changjiang (Yangtze) estuary. *Chin. J. Geochem.* 25, 259 (2006). <https://doi.org/10.1007/BF02840245>.

**Noskov Igor Vladislavovich**

Polzunov Altai state technical university, Barnaul, Russia  
E-mail: noskov.56@mail.ru

**Ananyev Sergei Anantolevich**

Polzunov Altai state technical university, Barnaul, Russia  
E-mail: ananda\_hasita@mail.ru

**Osipova Marina Alexandrovna**

Polzunov Altai state technical university, Barnaul, Russia  
E-mail: kurator.stf@yandex.ru

## **Research of shear and filtration properties of peat as material for basing of buildings and structures in wetlands**

**Abstract.** Peat shear resistance indicators are important design characteristics that determine the ability of peat to resist shear forces. If the tangent stresses in the soil exceed the amount of resistance to its shear from the action of external load, irreversible mutual displacements of soil particles are observed (collapse of slopes, evaporation of soil from under the supports of the structure, etc.). Considering the relationship between shear strain and shear force for peat of undisturbed structure, it can be established that as movements increase, shear force increases along some curve to its maximum value. The further growth of deformations is accompanied by a decrease in the amount of shear force, which gradually assumes a constant value. This change in shear force as deformation increases is due to the tighter contact of peat particles during the initial period of deformation and the presence of structural strength of the peat skeleton. At the maximum shear force, the structure in the shear plane is disrupted; in the future, shear resistance is mainly due only to mutual friction of the shear particles and the so-called reducing adhesion.

**Keywords:** peat; the bases of constructions; laboratory researches; filtration; filtration coefficient; humidity of soil; porosity of soil; consolidation of the bases; soil density; shift tests; the cutting-off loading; Darci's law; pressure head filtration in soil