

УДК 625.072:531.8

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ ВЛАЖНОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПО МАТЕРИАЛАМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ ДЛЯ ОДЕЖД ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Вайнштейн В.М., Нехорошков П.А., Вайнштейн Е.В., Мирошин А.Н.

*ФГБОУ ВПО «Поволжский Государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия (424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3), e-mail: nehoroshkovpa@volgatech.net*

Приведены результаты исследования средней влажности грунтов по глубине опробования в естественных условиях, выполнено уточнение коэффициента вариации влажности по результатам экспериментальных данных, определена расчетная влажность и механические характеристики грунта. В результате исследований получены следующие данные: коэффициент вариации влажности глинистых грунтов на пашне и в лесном массиве выше нормативного по РФ, равного 0,1 в 1,2-2,3 раза; с увеличением глубины опробования коэффициент вариации влажности глинистых грунтов увеличивается на пашне в среднем на 19 % во всех исследуемых районах; с увеличением глубины опробования коэффициент вариации влажности глинистых грунтов в лесном массиве увеличивается в среднем на 21 % в Сernурском, и на 10% в Килемарском районах.

**Ключевые слова:** автомобильные дороги, коэффициент вариации, грунты для дорожного строительства.

## STUDY OF CHANGES COEFFICIENT OF VARIATION CLAY SOIL MOISTURE ON MATERIALS OF GEOLOGICAL SURVEY IN THE REPUBLIC OF MARI EL FOR CLOTHES LOGGING ROADS

Weinstein V.M., Nekhoroshkov P.A., Weinstein E.V., Miroshin A.N.

*FGBOU VPO «Volga Region State Technological University», Yoshkar-Ola, Russia (424000, Yoshkar-Ola, pl. Lenin, 3), e-mail: nehoroshkovpa@volgatech.net*

The results of the study the average moisture content of soil depth in vivo testing , performed refinement coefficient of variation of humidity on the results of experimental data , calculated the estimated moisture and mechanical characteristics of the soil . The studies yielded the following data : the coefficient of variation of moisture content in the clay soils and arable land in the forest above the norm in Russia of 0.1 to 1.2-2.3 times , with increasing depth of sampling coefficient of variation of moisture content of clay soils increases the plow in an average of 19% in all studied areas; sampling depth increases the coefficient of variation of soil moisture content of clay in the forest increased by an average of 21% in Sernurskiy , and 10% in Kilemarsky areas.

Keywords: roads, the coefficient of variation, the soils for road construction.

Целью исследования состояния глинистых грунтов по материалам геологических изысканий являлось: определение изменения средней влажности грунтов по глубине опробования в естественных условиях, уточнение коэффициента вариации влажности по результатам экспериментальных данных, определение расчетной влажности и механических характеристик грунта. Тема исследования является актуальной, так как расчетная влажность грунта при проектировании и расчете конструкции дорожной одежды по нормативным источникам [5] определяется с помощью усредненного по РФ коэффициента вариации, равного 0,1. Определение фактического значения коэффициента вариации в РМЭ по материалам экспериментальных исследований отличается от нормативного. Это в конечном значении изменяет механические характеристики грунтов, что оказывает влияние на толщину конструктивных слоев дорожной одежды.

Изучение состояния глинистых грунтов в естественных условиях, изменение средней влажности грунтов по глубине опробования проводились путем геологических изысканий, проведённых при проектировании дорог в 8 районах РМЭ. Рассмотрено строение грунтов на автодорогах, протяжённостью 134,7 км, с бурением 551 скважины.

Геологический разрез по оси трассы во всех районах представлен суглинками четвертичного возраста и глинами пермского возраста. Прослойки мелких, средних и пылеватых песков встречаются на глубинах: 3 -7 м. в Сернурском, 3 - 9 м. в Советском, 1,5 - 3 м. в Мари-Турекском, 1,5 - 4,5 м. в Ново-Торъяльском и 0,5 - 1,8 м. в Моркинском районах.

Геологический разрез по оси трассы в Юринском и Килемарском районах представлен песками средней, мелкой крупности и глинистыми грунтами. Супеси встречаются редко.

РМЭ покрыта лесами второй и первой группы. В ряде районов пункты переработки древесины находятся в населённых пунктах за пределами лесных массивов, в связи с этим лесовозные дороги располагаются не только в лесу, но и на пашне, и вблизи населённых пунктов.

Изменение средней природной влажности грунтов по глубине опробования представлены в табл.1 и табл.2.

Анализ изменения средней природной влажности грунтов на пашне с глубиной опробования показал, что она увеличивается с 22% до 29 % в Сернурском, с 22 % до 32 % в Советском, с 22% до 29% в Мари-Турекском и с 19% до 28% в Килемарском районах. В лесном массиве средняя природная влажность глинистых грунтов уменьшается с глубиной опробования с 28% до 22% в Сернурском и с 23% до 21% в Советском районах. В Мари-Турекском и в Килемарском районах природная влажность увеличивается с 22% до 30% и с 24% до 27% соответственно.

Таблица 1

**Средняя природная влажность глинистых грунтов на пашне**

№	Наименование района	Средняя природная влажность грунтов, (%) по глубине опробования, (м) на пашне								
		1	2	3	5	7	9	12	15	20
1	Сернурский	22,5	21,9	23,9	25,3	28,2	29,3	27,8	-	-
2	Советский	22,4	23,9	25,6	29,3	32,2	28,5	-	-	-
3	Мари-Турек.	22,1	22,3	23,2	27,9	29,7	-	-	-	-
4	Моркинск.	25,6	26,3	24,7	21,9	23,6	22,9	22,1	28,1	23,6
5	Килемарск.	19,9	20,8	22,8	26,6	25,4	28,1	-	-	-

Таблица 2

**Средняя природная влажность глинистых грунтов в лесном массиве**

№	Наименование района	Средняя природная влажность грунтов, (%) по глубине опробования,(м) в лесном массиве								
		1	2	3	5	7	9	12	15	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сернурский	27,2	30,9	28,5	27,3	30,2	26,2	-	-	-

2	Советский	23,2	24,8	24,3	23,3	27,0	-	-	-	-
3	Мари-Турек.	22,4	27,1	28,2	30,5	-	-	-	-	-
4	Килемарск.	23,9	22,9	27,2	22,0	32,2	-	-	-	-

Для проведения расчётов по обоснованию конструкции дорожной одежды, в которой обосновывается расчетная влажность грунтов необходимо знание коэффициента вариации грунтов на лесовозной дороге.

Коэффициент вариации влажности рассчитывается по формуле

$$C_v = \frac{\sigma}{W_0}; \quad (1)$$

где  $\sigma$ - среднее квадратичное отклонение;  $W_0$  – относительная влажность грунта;

Имея экспериментальные данные значений влажности грунтов по геологическим изысканиям в РМЭ [5], путем их статистической обработки появилась возможность более точного определения значения этого параметра.

С помощью программ обрабатывались данные влажности глинистых грунтов, а именно, влажность природная и на границе текучести. Однако, абсолютные значения природной влажности и соответствующие плотности не отражают в полной мере состояние грунта. Для того, чтобы состояние разных грунтов были сопоставимы, предлагается показатель относительной влажности грунта, определяемый по формуле:

$$W_0 = \frac{W_{np}}{W_T}, \quad (2)$$

где  $W_{np}$  – природная влажность грунта, %;  $W_T$  – влажность грунта на границе текучести, %.

На глубине опробования 1-2 м расположена активная зона земляного полотна, где практически затухают нормальные и касательные напряжения от автомобильной нагрузки, также исследовались грунты ниже этой зоны, взятые с глубины 2-3 м.

В процессе обработки экспериментальных данных была принята гипотеза о нормальном распределении результатов замеров влажности грунтов. Проверка гипотезы проведена по критерию Пирсона ( $\chi^2$ ), Результаты расчетов по формулам 1 и 2 с учетом статистической обработки значений  $W_{np}$  представлены в табл.3 и табл.4.

Таблица 3

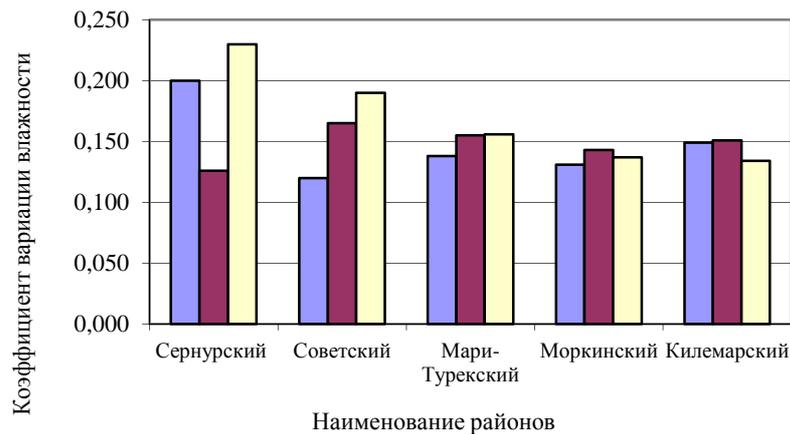
### Коэффициент вариации влажности глинистых грунтов на пашне

№	Наименование района	Коэффициент вариации ( $G_v$ )			Среднее значение относительной влажности ( $W_0$ )			Оценка среднего квадратического отклонения ( $G$ )		
		При глубине опробования, м								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Сернурский	0,200	0,126	0,230	0,67	0,61	0,65	0,137	0,076	0,152
2	Советский	0,120	0,165	0,191	0,58	0,60	0,67	0,069	0,098	0,128
3	М-Турекский.	0,138	0,155	0,156	0,58	0,61	0,60	0,080	0,095	0,094
4	Моркинский	0,131	0,143	0,137	0,71	0,74	0,75	0,093	0,106	0,103
5	Килемарский	0,149	0,151	0,134	0,61	0,61	0,65	0,091	0,092	0,087

**Коэффициент вариации влажности глинистых грунтов в лесном массиве**

№	Наименование района	Коэффициент вариации ( $C_v$ )			Среднее значение относительной влажности ( $W_0$ )			Оценка среднего квадратического отклонения ( $G$ )		
		При глубине опробования, м								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Сернурский	0,158	-	0,200	0,74	-	0,73	0,117	-	0,146
2	Советский	0,195	-		0,59	-		0,115	-	
3	Мари-Турекский	0,156	-	0,117	0,54	-	0,59	0,084	-	0,069
4	Килемар-ский	0,108	0,123	0,120	0,73	0,73	0,78	0,079	0,090	0,094

Анализ данных табл.3 и табл.4 показывает, что коэффициент вариации влажности глинистых грунтов на пашне и в лесном массиве выше нормативного, равного 0,1 [5]. Наибольшее отклонение от нормативного на глубине опробования 1 м наблюдается на всех участках местности в Сернурском районе, на пашне в Килемарском, в лесном массиве в Советском и Мари-Турекском районах. Эти значения коэффициента вариации приводят к значительному увеличению расчетной влажности грунта. Диаграммы коэффициента вариации влажности глинистых грунтов на пашне и в лесном массиве представлены на рис.1



**Рис.1 Коэффициент вариации влажности глинистых грунтов на пашне**

- Коэффициент вариации влажности при глубине опробования 1м
- Тоже при 2м
- Тоже при 3м

и рис.2.

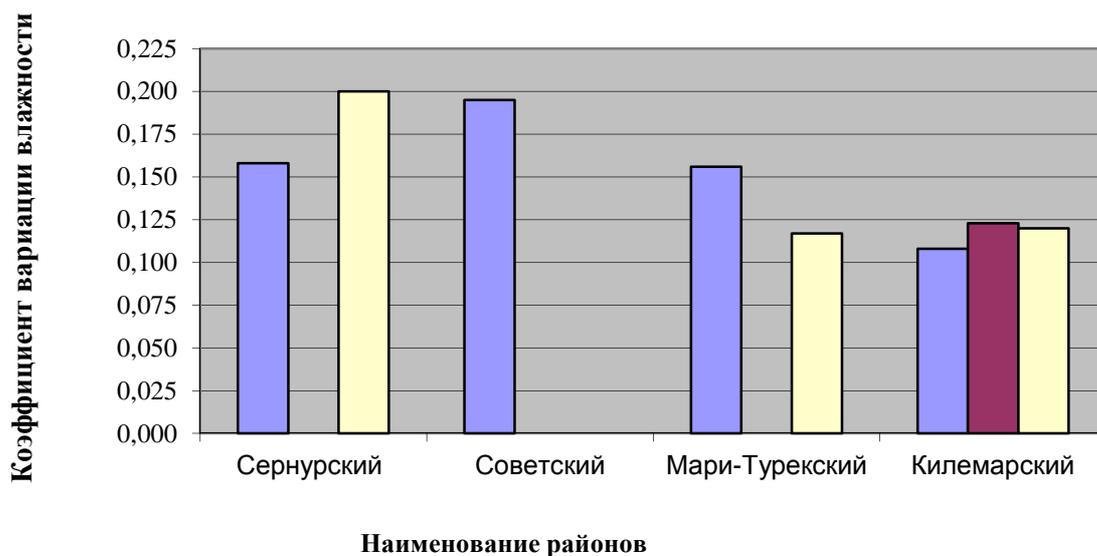


Рис. 2 Коэффициент вариации влажности глинистых грунтов в лесном массиве

■ Глубина опробования 1м ■ Тоже 2м □ Тоже 3м

### Выводы:

1. Коэффициент вариации влажности глинистых грунтов на пашне и в лесном массиве выше нормативного по РФ, равного 0,1 в 1,2-2,3 раза;
2. С увеличением глубины опробования коэффициент вариации влажности глинистых грунтов увеличивается на пашне в среднем на 19 % во всех исследуемых районах;
3. С увеличением глубины опробования коэффициент вариации влажности глинистых грунтов в лесном массиве увеличивается в среднем на 21 % в Сернурском, и на 10% в Килемарском районах.

### Список литературы

1. Вайнштейн Е.В., Вайнштейн В.М., Нехорошков П.А. Исследование напряженно-деформированного состояния дорожной одежды лесовозной автодороги по касательным напряжениям методом конечных элементов // Е.В.Вайнштейн, В.М.Вайнштейн, П.А.Нехорошков // Вестник поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. экология. природопользование, №1(15). – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. – С. 64-73.
2. Вайнштейн Е.В., Вайнштейн В.М., Нехорошков П.А. Исследование изменения касательных напряжений и вертикальных перемещений от лесовозного автопоезда в конструкции дорожной одежды и земляного полотна // Е.В.Вайнштейн, В.М.Вайнштейн, П.А.Нехорошков // Инженерный вестник Дона, Том 23, № 4-2, Издательство: Северо-Кавказский научный центр высшей школы федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет" – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2012. – С. 39.

3. Вайнштейн Е.В., Салихов М.Г., Вайнштейн В.М., Нехорошков П.А. Исследование изменения вертикальных перемещений от нагрузки лесовозных автопоездов в конструкции дорожной одежды и земляного полотна методом конечных элементов // Е.В.Вайнштейн, М.Г.Салихов, В.М.Вайнштейн, П.А.Нехорошков // Современные проблемы науки и образования, № 6 – Москва, издательский Дом «Академия Естествознания», 2012 – С. 62.

4. Гусев Н.К., Нехорошков П.А. Исследование прочности слоёв конструкции дорожной одежды из материалов, укрепленных полимерно-минеральной композицией «Nicoфлок»//Н.К.Гусев, П.А.Нехорошков // Вестник поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. экология. природопользование, №2. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. – С. 52-58.

5. Инструкция по проектированию нежестких дорожных одежд ОДН 218.046-01 - М.: Гос. служба дор. хоз-ва м-ва транспорта РФ, 2001.–145 с.

**Рецензенты:**

Савельев В.В., д.т.н., профессор кафедры строительного производства Чебоксарского политехнического института (филиала) Московского государственного открытого университета», г.Чебоксары.

Смирнов М.Ю., д.т.н., профессор кафедры Транспортно-технологических машин ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г.Йошкар-Ола.