

УДК 630.383

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА ГРУНТОВЫХ УСАХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

В.Г. КОЗЛОВ, доц. Воронежского ГАУ, канд. техн. наук<sup>(1)</sup>,  
А.В. СКРЫПНИКОВ, проф. ВГУИТ, д-р техн. наук<sup>(2)</sup>,  
Е.В. КОНДРАШОВА, проф. Воронежского ГАУ, д-р техн. наук<sup>(1)</sup>,  
А.Ю. АРУТЮНЯН, асп. УГТУ<sup>(3)</sup>

skrypnikovvsafe@mail.ru

<sup>(1)</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»,  
394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1

<sup>(2)</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ),  
394016, г. Воронеж, проспект Революции, 19

<sup>(3)</sup> ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»,  
169400, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13

Цель исследования – изучение колеобразования на грунтовых усах в условиях третьего гидрологического типа местности с постройкой уса в насыпи. Объект исследования – грунтовые усы. Методы исследования – натурный эксперимент. Для каждого автомобиля был выделен опытный участок, на котором трижды в течение лета 2014 г. определялась интенсивность колеобразования. Это позволило выявить влияние изменяющегося во времени модуля деформации проезжей части на работоспособность грунтового уса. При проведении испытаний автомобили были забалластированы железобетонными плитами. В условиях третьего типа местности по характеру увлажнения средняя относительная интенсивность колеобразования определялась равной: на участке с насыпью 0,2–0,3 м – 0,02–0,25 см на один проход, на участках с насыпью высотой 0,5 м – 0,01–0,18 см проход для МАЗ-6312В9-476-012 и 0,009–0,02 см для КрАЗ-6133М6. В течение всех трех этапов эксперимента модуль деформации проезжей части в насыпи высотой 0,5 м в среднем на 25 % оказался выше модуля аналогичного показателя насыпи высотой 0,2 м, что указывает на эффективность и необходимость проложения грунтовых усов при третьем типе местности в насыпи высотой не менее 0,5 м. Анализ результатов эксперимента указывает на сравнительно невысокий рост работоспособности грунтового уса с ростом модуля деформации проезжей части до 16–17 МПа. В дальнейшем, с ростом модуля деформации работоспособность грунтового уса резко возрастает. Такой характер зависимости прослеживается как у автомобиля МАЗ-6312В9-476-012, так и у автомобиля КрАЗ-6133М6 и связан с тем, что при модуле деформации до 16–17 МПа и удельном давлении 0,4–0,5 МПа грунт, в основном, работает в стадии пластических деформаций.

Ключевые слова: грунтовый ус, насыпь, колея, модуль деформации, работоспособность.

**Р**аспределение объемов применения усов различных конструкций в зависимости от применяемого автомобиля и типа местности по степени увлажнения предопределило необходимость исследования колеобразования лесовозных автомобилей на грунтовых усах в различных гидрологических типах местности.

### Теоретический анализ

С учетом того, что интенсивность колеобразования на грунтовых усах в первом и втором типах местности была довольно широко экспериментально исследована в [1], целью данного исследования являлось изучение колеобразования на грунтовых усах в условиях третьего гидрологического типа местности с постройкой уса в насыпи.

Основной задачей эксперимента была проверка возможности применения грунто-

вых усов в более сложных гидрологических условиях.

Для каждого автомобиля был выделен опытный участок, на котором трижды в течение лета 2014 г. (с 11/06 по 15/06, с 29/07 по 02/08 и с 25/09 по 29/09) определялась интенсивность колеобразования. Это позволило выявить влияние изменяющегося во времени модуля деформации проезжей части на работоспособность грунтового уса.

При проведении испытаний автомобили были забалластированы железобетонными плитами. Масса машин, ее распределение по осям и давление воздуха в шинах представлены в табл. 1.

Первый этап эксперимента был проведен в период с 11 по 15 июня 2014 г.

На рис. 1 и 2 представлены полученные в результате эксперимента зависимости глубины колеи от количества проходов, пос-

**Масса машин, ее распределение по осям и давление воздуха в шинах**  
**Weight machines, its distribution along the axes and the air pressure in the tire**

| Показатели                         | Ед. изм. | КрАЗ-6133М6       | МАЗ-6312В9-476-012 |
|------------------------------------|----------|-------------------|--------------------|
| 1. Модель шины и ее обозначение    |          | ВИ-3 1300×530-533 | ИЯВ-126 12,0-20    |
| 2. Давление воздуха в шинах:       | МПа      |                   |                    |
| передний мост                      |          | 0,35              | 0,5                |
| средний мост                       |          | 0,40              | –                  |
| задний мост                        |          | 0,40              | 0,5                |
| 3. Масса полезной нагрузки         | Т        | 8,1               | 5,4                |
| 4. Распределение нагрузки по осям: |          |                   |                    |
| передняя                           | Т        | 5,58              | 4,8                |
| средняя                            | Т        | 7,455             | –                  |
| задняя                             | Т        | 7,455             | 9,4                |
| 5. Масса автомобиля с грузом       | Т        | 20,49             | 13,2               |

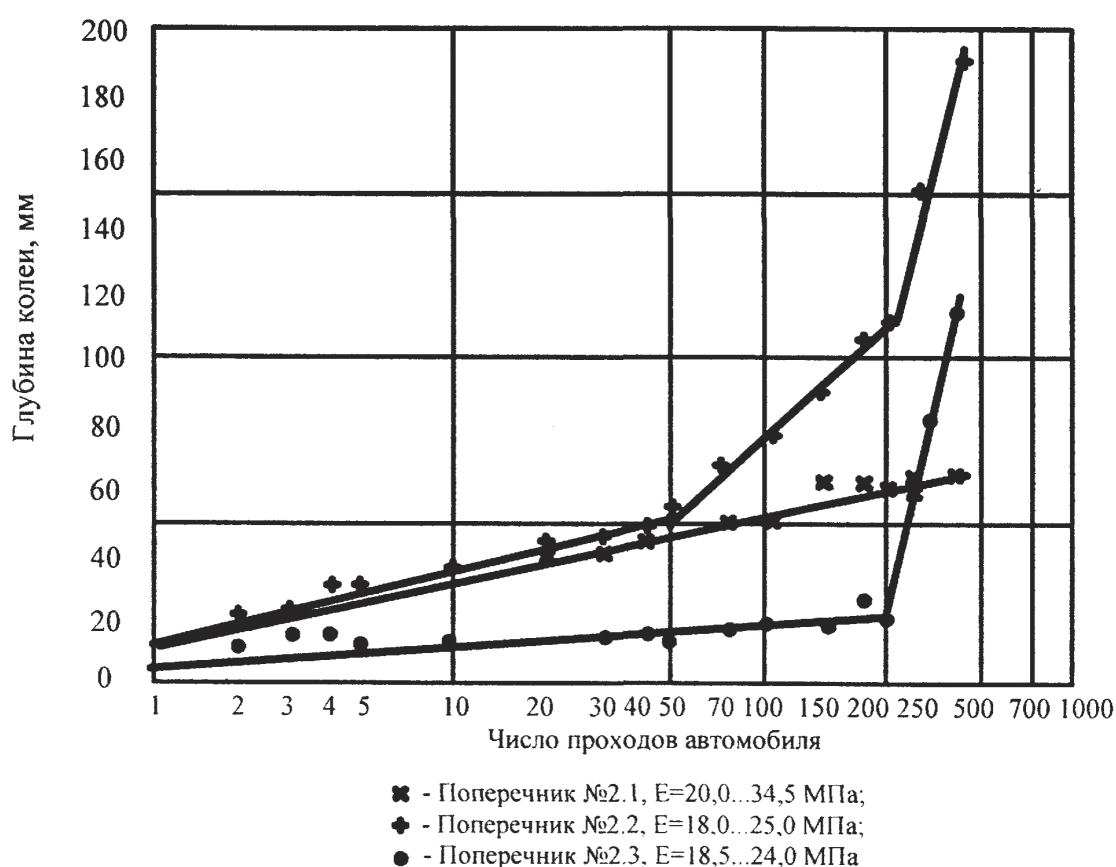


Рис. 1. График зависимости глубины колеи от количества проходов автомобиля КрАЗ-6133М6 во время первого этапа эксперимента (11–15 июня)

Fig. 1. Graph of a depth gauge on the number of vehicle passes KrAZ-6133M6 during the first phase of the experiment (June 11-15)

троенные в полулогарифмических координатах. Здесь же даны значения модуля деформации грунта в начале и в конце испытаний.

На рис. 3 и 4 приведены графики изменения влажности грунта по глубине в период испытаний.

Модуль деформации грунта в момент начала испытаний (рис. 1 и 2) на участке автомобиля МАЗ-6312В9-476-012 в среднем оказался несколько больше (на 10 %), а влажность – меньшей (на 8 %) по сравнению с аналогичным показателем участка автомо-

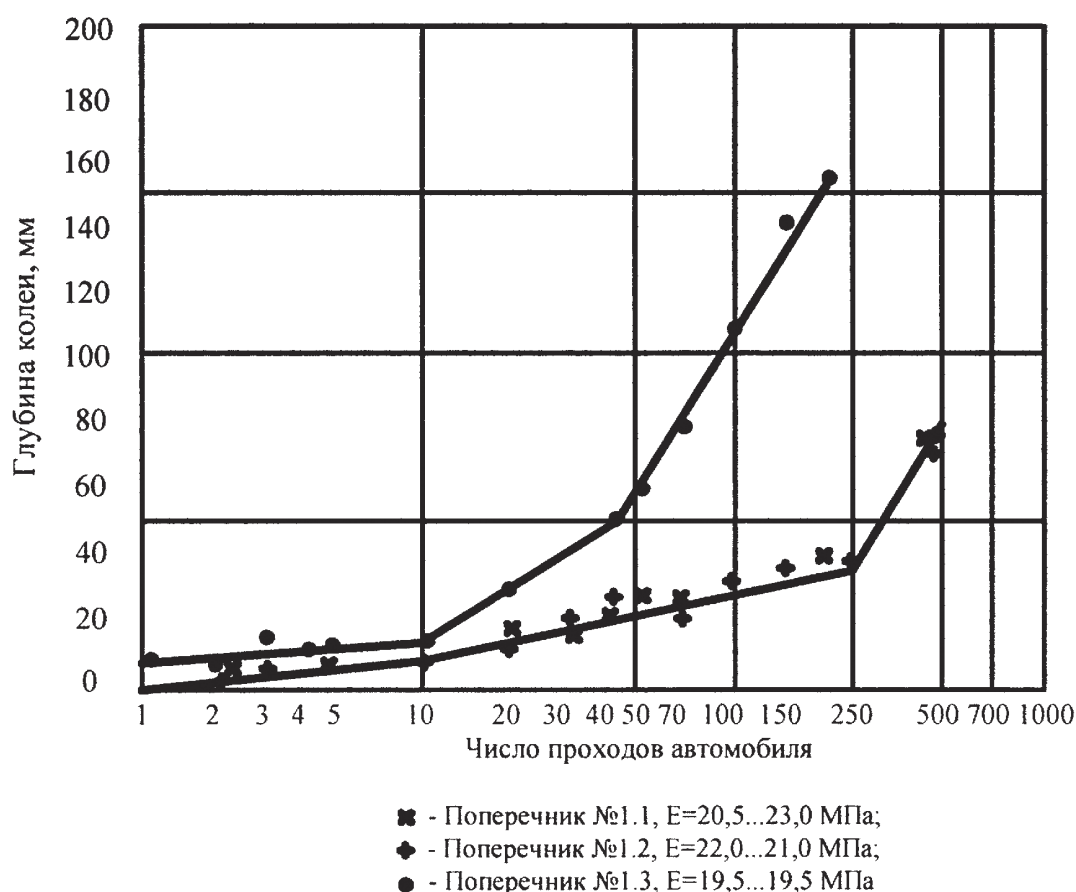


Рис. 2. График зависимости глубины колеи от количества проходов автомобиля MAZ-6312B9-476-012 во время первого этапа эксперимента (11–15 июня)

Fig. 2. Graph of the depth gauge on the number of vehicle passes MAZ-6312V9-476-012 during the first phase of the experiment (June 11-15)

бия КраЗ-6133М6, что, очевидно, вызвано меньшей высотой насыпи на втором участке. При этом на обоих участках был зафиксирован значительный рост влажности с глубиной (рис. 3, 4), вызванный близким залеганием грунтовых вод и интенсивным просыханием грунта на поверхности. Абсолютная влажность на глубине 20–50 см была значительной, близкой к влажности границы текучести – 35–40 % [2–4].

Результаты эксперимента позволяют представить себе опорный грунтовый массив в виде модели, состоящей из сухого твердого слоя незначительной (до 10 см) толщины на слабом пластичном основании. Такая особенность проезжей части, естественно, предопределила и характер образования колеи при многократных проходах. На рис. 1, 2 явно выражен первоначальный прямой участок зависимости глубины колеи от логарифма количества про-

ходов, вызванный работой верхнего сухого слоя. При его разрушении в результате колеобразования интенсивность роста глубины колеи стала возрастать, достигнув максимума в конце первого этапа эксперимента.

По окончании первого этапа эксперимента поверхность участков была спланирована автогрейдером и уплотнена за 10 проходов прицепным катком на пневматических шинах, движение на участке было закрыто.

Второй этап эксперимента по исследованию интенсивности колеобразования было намечено провести в середине июля с целью исследования колеобразования при наибольшем общем модуле деформации грунта и наименьшей влажности, но интенсивные дожди в это период позволили начать второй этап лишь 29 июля.

Результаты экспериментов второго этапа показали, что общий характер зависи-

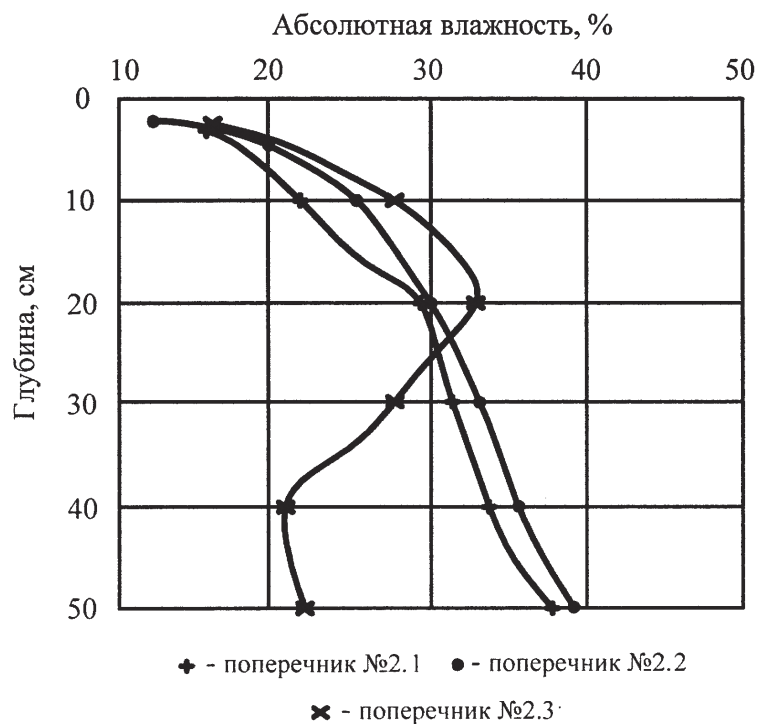


Рис. 3. График распределения влажности грунта по глубине на опытном участке автомобиля КрАЗ-6133М6 во время первого этапа эксперимента (11–15 июня)

Fig. 3. Schedule the distribution of soil moisture at the depth of the experimental plot KrAZ-6133M6 during the first phase of the experiment (June 11-15)

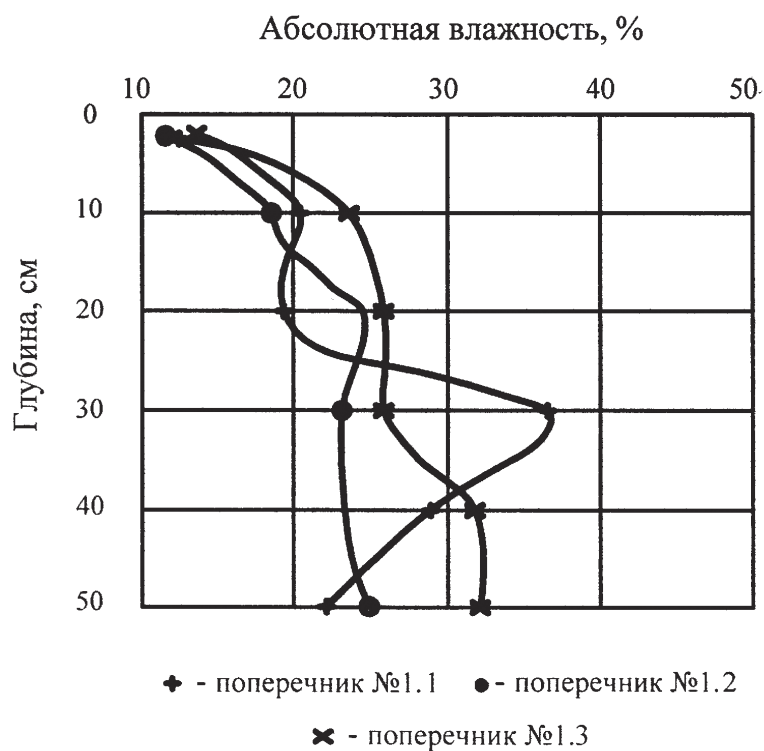


Рис. 4. График распределения влажности грунта по глубине на опытном участке автомобиля МАЗ-6312В9-476-012 во время первого этапа эксперимента (11–15 июня)

Fig. 4. Schedule the distribution of soil moisture at the depth of MAZ-6312V9-476-012 experimental vehicle area during the first phase of the experiment (June 11-15)

мостей  $h = f(N)$  не изменился по сравнению с первым этапом, хотя абсолютные значения влажности и модуля деформации грунта изменялись. Возросла разница между средним значением модуля деформации грунта на участке автомобиля МАЗ-6312В9-476-012 и КрАЗ-6133М6. К моменту начала опыта она составляла 30 %, что указывает на значительное влияние на модуль высота насыпи к середине лета по сравнению с его началом.

Характер же изменения влажности с глубиной почти не изменялся, также наблюдался интенсивный рост влажности с глубиной, при этом он был, как и следовало ожидать, более интенсивным для опытного участка автомобиля КрАЗ-6133М6, имеющего меньшую высоту насыпи.

Характер зависимости глубины колеи от количества проходов остался прежним. Однако на первом поперечнике опытного участка автомобиля МАЗ-6312В9-476-012 с модулем  $E = 27$  МПа была зафиксирована незначительная глубина колеи (в пределах точности ее определения  $\pm 0,5$  см) даже после 1000 проходов. Третий этап эксперимента по исследованию интенсивности колееобразования был проведен в период с 25 по 29 сентября.

Отмечается, что модуль деформации проезжей части к этому времени несколько снизился, что вызвано увеличением влажности грунта, прежде всего, в верхнем несущем слое. При этом влажность почти выровнялась по глубине, что особенно характерно для участка автомобиля КрАЗ-6133М6 с невысокой насыпью. Для более высокой насыпи участка автомобиля МАЗ-6312В9-476-012 по-прежнему сохранилось возрастание влажности с ростом глубины, хотя и не столь интенсивное, чем ранее.

Выравнивание влажности по глубине при высоком ее значении и исчезновение сухого, более прочного верхнего слоя, вызвало более интенсивный рост глубины колеи с увеличением количества проходов. Отмеченное особо характерно для участков, на котором испытывался автомобиль КрАЗ-6133М6.

По-прежнему для всех участков характерным оказалось изменение глубины колеи с ростом количества проходов, выраженное

ломаной линией, в полулогарифмических координатах. Следует указать, что такой характер зависимости  $h = f(N)$  имел место и при лабораторных исследованиях интенсивности накопления остаточных деформаций при многократных приложениях нагрузки, проведенных [5–8].

Анализ полученных графиков зависимости глубины колеи от количества проходов показывает, что наиболее близко она может быть аппроксимирована уравнением, предложенным в [9]

$$h = \frac{pD}{E} (1 + b(N-1) + c \cdot \ln N), \quad (1)$$

где  $N$  – количество проходов автомобиля;

$E$  – модуль деформации грунта;

$p$  – удельная нагрузка на грунт;

$D$  – диаметр эквивалентного круга отпечатка колеса;

$b$  и  $c$  – коэффициенты, которые по данным опыта могут быть приняты в пределах  $b = 0,01–0,02$  и  $c = 0,3–0,7$ .

Проведем сравнение интенсивности колееобразования автомобилями МАЗ-6312В9-476-012 и КрАЗ-6133М6. Для учета грузоподъемности машин используем показатель отношения глубины колеи к перевезенному грузу. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Анализ полученных данных подтверждает известное положение о первостепенном влиянии на интенсивность колееобразования произведения  $pD$  автомобиля и модуля деформации грунта. Как и следовало ожидать, интенсивность колееобразования автомобиля КрАЗ-6133М6 на тонну перевезенного груза в целом оказалась меньше, чем у автомобиля МАЗ-6312В9-476-012 вследствие более низкого значения  $pD$ . С ростом модуля деформации грунта интенсивность колееобразования снижается.

В течение всех трех этапов эксперимента модуль деформации проезжей части в насыпи высотой 0,5 м в среднем на 25 % оказался выше модуля аналогичного показателя насыпи высотой 0,2 м, что указывает на эффективность и необходимость проложения грунтовых усов при третьем типе местности, в насыпи высотой не менее 0,5 м.

**Интенсивность колееобразования на грунтовых усах  
от движения автомобилей МАЗ-6312В9-476-012 и КрАЗ-6133М6**

**The intensity of the rutting on the ground from the movement mustache MAZ-6312V9-476-012 and KrAZ-6133M6**

| Марка<br>автомобиля                           | Номер попереч-<br>ника | Модуль дефор-<br>мации грунта,<br>МПа | Относительная влажность грунта |                        |                               | Число проходов<br>автомобилей, $n$ | Глубина колеи,<br>$h$ , см | Перевезено<br>груза, $G$ , т | Интенсивность<br>колееобразова-<br>ния |                 |
|-----------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------------|-----------------|
|                                               |                        |                                       | на глубине<br>0–10 см          | на глубине<br>20–50 см | средняя<br>глубина<br>0–50 см |                                    |                            |                              | $h/n$                                  | $h/G$ ,<br>см/т |
| Первый этап эксперимента, 11-15 июня          |                        |                                       |                                |                        |                               |                                    |                            |                              |                                        |                 |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,1                    | 20,5                                  | 0,47                           | 0,74                   | 0,65                          | 450                                | 8,0                        | 2430                         | 0,0178                                 | 0,0033          |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,2                    | 22,0                                  | 0,42                           | 0,69                   | 0,58                          | 450                                | 7,5                        | 2430                         | 0,0167                                 | 0,0031          |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,3                    | 19,5                                  | 0,32                           | 0,82                   | 0,72                          | 90                                 | 10                         | 486                          | 0,1111                                 | 0,0208          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,1                    | 20,0                                  | 0,46                           | 0,87                   | 0,66                          | 400                                | 6,5                        | 3240                         | 0,0162                                 | 0,0020          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,2                    | 18,0                                  | 0,50                           | 0,92                   | 0,76                          | 300                                | 15                         | 2430                         | 0,0321                                 | 0,0062          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,3                    | 18,5                                  | 0,58                           | 0,70                   | 0,66                          | 470                                | 15                         | 3807                         | 0,0319                                 | 0,0039          |
| Второй этап эксперимента, 29 июля – 2 августа |                        |                                       |                                |                        |                               |                                    |                            |                              |                                        |                 |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,1                    | 27,0                                  | 0,31                           | 0,65                   | 0,54                          | 1000                               | 0                          | 5400                         | –                                      | –               |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,2                    | 22,5                                  | 0,42                           | 0,67                   | 0,59                          | 1000                               | 5                          | 5400                         | 0,005                                  | 0,0009          |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,3                    | 22,0                                  | 0,28                           | 0,70                   | 0,56                          | 250                                | 10                         | 1350                         | 0,04                                   | 0,0074          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,1                    | 18,0                                  | 0,38                           | 0,66                   | 0,56                          | 1000                               | 9,5                        | 8100                         | 0,0095                                 | 0,0012          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,2                    | 15,5                                  | 0,47                           | 0,84                   | 0,72                          | 275                                | 15                         | 2228                         | 0,0545                                 | 0,0067          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,3                    | 16,0                                  | 0,52                           | 0,65                   | 0,61                          | 900                                | 15                         | 7290                         | 0,0167                                 | 0,0020          |
| Третий этап эксперимента, 25-29 сентября      |                        |                                       |                                |                        |                               |                                    |                            |                              |                                        |                 |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,1                    | 22,4                                  | 0,54                           | 0,75                   | 0,68                          | 625                                | 10                         | 3375                         | 0,016                                  | 0,0030          |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,2                    | 18,0                                  | 0,53                           | 0,79                   | 0,70                          | 350                                | 10                         | 1890                         | 0,028                                  | 0,0053          |
| МАЗ-6312В9-476-012                            | 1,3                    | 20,0                                  | 0,51                           | 0,64                   | 0,60                          | 550                                | 10                         | 2970                         | 0,0182                                 | 0,0034          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,1                    | 20,0                                  | 0,59                           | 0,67                   | 0,64                          | 970                                | 15                         | 7857                         | 0,0155                                 | 0,0020          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,2                    | 15,0                                  | 0,55                           | 0,79                   | 0,67                          | 130                                | 15                         | 1053                         | 0,1154                                 | 0,0142          |
| КрАЗ-6133М6                                   | 2,3                    | 10,0                                  | 0,69                           | 0,59                   | 0,62                          | 60                                 | 15                         | 486                          | 0,25                                   | 0,0309          |

Под работоспособностью понималось количество проходов автомобиля до образования колеи с предельно допустимой глубиной 15 см для КрАЗ-6133М6 и 10 см для МАЗ-6312В9-476-012. Указанные предельные значения глубины колеи были предложены в [10] и подтверждены в процессе экспериментов. При указанной глубине колеи валики, образо-

вавшиеся по бокам колеи в результате выпирания грунта, были столь значительными, что препятствовали проезду автомобилей (дорожный просвет был полностью использован).

Анализ результатов эксперимента указывает на сравнительно невысокий рост работоспособности грунтового уса с ростом модуля деформации проезжей части до 16–17 МПа.



В дальнейшем, с ростом модуля деформации, работоспособность грунтового уса резко возрастает. Такой характер зависимости прослеживается как у автомобиля МАЗ-6312В9-476-012, так и у автомобиля КрАЗ-6133М6 и связан, очевидно, с тем, что при модуле деформации до 16–17 МПа и удельном давлении 0,4–0,5 МПа грунт, в основном, работает в стадии пластических деформаций.

Проведенные трижды в течение лета 2014 г. эксперименты по исследованию интенсивности колееобразования автомобилями МАЗ-6312В9-476-012 и КрАЗ-6133М6 на одних и тех же участках грунтовых усов в условиях третьего типа местности по степени увлажнения позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Для условий третьего типа местности и наличия насыпи характерной является модель ездовой поверхности в виде тонкого сухого прочного слоя на слабом пластичном основании; влажность грунта растет с ростом глубины, интенсивность роста влажности уменьшается с ростом высоты насыпи.

2. В условиях третьего типа местности по характеру увлажнения средняя относительная интенсивность колееобразования определялась равной: на участке с насыпью 0,2–0,3 м – 0,02–0,25 см на 1 проход (КрАЗ-6133М6) на участках с насыпью высотой 0,5 м – 0,01–0,18 см проход для МАЗ-6312В9-476-012 и 0,009–0,02 для КрАЗ-6133М6.

3. Подтверждено первостепенное влияние на интенсивность колееобразования модуля деформации грунта и показателя  $pD$  автомобиля, характеризующего воздействие автомобилей на ездovou поверхность, интенсивность колееобразования автомобиля КрАЗ-6133М6 при прочих равных условиях ниже этого показателя для автомобиля МАЗ-6312В9-476-012.

4. Установлено, что в третьем типе местности при устройстве земляного полотна в насыпи высотой не менее 0,5 м при глубине залегания грунтовых вод не менее 1 м от поверхности земли и наличии канав возможна организация вывозки лесопродукции по грунтовым усам.

5. Зависимость роста глубины колеи при многократных проходах машин для рас-

сматриваемых условий (3-й тип местности, насыпь высотой 0,5 м, глубина стояния грунтовых вод – не менее 1 м) может быть выражена формулой (1), при этом значение коэффициентов  $b$  и  $c$  могут быть приняты для суглинков в пределах:  $b = 0,01...0,02$  и  $c = 0,3...0,7$ .

### Библиографический список

1. Скрыпников, А.В. Оптимизация межремонтных сроков лесовозных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8 (ч. 3). – С. 667–671.
2. Комплексное моделирование процесса функционирования дороги в системе автоматизированного проектирования / Курьянов В.К. // Транспорт Урала. – 2008. – № 4. – С. 6–9.
3. Курьянов, В.К. Повышение эффективности обследования автомобильных дорог в районах лесозаготовок: монография / В.К. Курьянов, Е.В. Кондрашова, Ю.В. Лобанов. – М.: изд-во ФЛИНТА: Наука, 2010. – 162 с.
4. Информационные технологии для решения задач управления в условиях рационального лесопользования / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова и др. // «Международный журнал экспериментального образования»: материалы VI международной научной конференции «Современные проблемы науки и образования». – 2012. – № 2. – С. 77–78.
5. Ресурсное обеспечение процесса строительства, ремонта и содержания участков лесных автомобильных дорог / А.А. Камусин // Вестник Московского государственного университета леса. – Лесной вестник. – 2014. – № 2 (101). – С. 21–27.
6. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации: монография / А.В. Скрыпников. – М.: изд-во ФЛИНТА: Наука, 2012. – 310 с.
7. Повышение безопасности движения автомобилей и автопоездов по дорогам в районах лесозаготовок / А.В. Скрыпников // «Международный журнал экспериментального образования»: материалы VI международной научной конференции «Современные проблемы науки и образования». – 2012. – № 2. – С. 76–77.
8. Скрыпников, А.В. Имитационное моделирование транспортного потока для оценки транспортно-эксплуатационных характеристик лесовозных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 3.2 (33). – С. 276–278.
9. Скрыпников, А.В. Метод оптимизации планов ремонта участков лесных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6. [www.science-education.ru/100-5155](http://www.science-education.ru/100-5155) (дата обращения: 04.10.2015).
10. Скрыпников, А.В. Модель определения экономических границ зон действия поставщиков материалов в условиях вероятностного характера дорожного строительства лесовозных автомобильных дорог / А.В. Скрыпников // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8. – С. 379–385.

RESULTS OF THE STUDY ON SOIL RUTTING MUSTACHE FOREST ROADS

**Kozlov V.G.**, Assoc. Prof. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Ph.D. (Tech.)<sup>(1)</sup>; **Skrypnikov A.V.**, Prof. Voronezh State University of Engineering Technology, Dr. Sci. (Tech.)<sup>(2)</sup>; **Kondrashova E.V.**, Prof. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Dr. Sci. (Tech.)<sup>(1)</sup>; **Harutyunyan A.J.**, pg. Ukhta State Technical University<sup>(3)</sup>

skrypnikovvsafe@mail.ru

<sup>(1)</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 394087, Voronezh, st. Michurina, 1

<sup>(2)</sup> Voronezh State University of Engineering Technology, 394016, Voronezh, Revolution Avenue, 19

<sup>(3)</sup> Ukhta State Technical University, 169400, Republic of Komi, Ukhta, st. Pervomayskaya, 13

The purpose of the study – the study of rutting on the ground mustache under a third of the hydrological type of terrain with the construction of baleen in the mound. The object of study – ground mustache. Methods of study – full-scale experiment. Each car has been isolated experimental site, which three times during the summer of 2014 was determined by the intensity of rutting. It revealed the influence of time-varying deformation modulus of the carriageway on the performance of the soil mustache. When testing the cars were loaded with concrete slabs. In the context of the third type of terrain the nature of moistening the average relative intensity of rutting is determined to be: on the plot with the bulk of 0.2 ... 0.3 m – 0.02 ... 0.25 cm on a single pass, in areas with a bulk height of 0.5 m – 0.01 ... 0.18 cm passage MAZ 6312V9-476-012 0.009 and 0.02 cm for ... KrAZ-6133M6. During all three phases of the experiment deformation modulus carriageway mound height of 0.5 m on average of 25 % was higher than the similar parameter module mound height of 0,2 m, indicating that the effectiveness and the need for laying underground whiskers in the third type of terrain, embankments height of at least 0.5 m. Analysis of the experiment indicates the comparatively low growth performance mustache ground with increasing deformation modulus roadway up to 16...17 MPa. With increasing module efficiency of ground deformation mustache sharply. This dependence can be traced like MAZ-6312V9-476-012, and at KrAZ-6133M6, and due to the fact that the deformation modulus up to 16...17 MPa and a surface pressure of 0.4–0,5 MPa the ground in basically operates in a stage of plastic deformation.

Keywords: compactor mustache mound track, deformation modulus, of capacity for work.

References

1. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V. *Optimizatsiya mezhremontnykh srokov lesovoznykh avtomobilnykh dorog* [Optimization of maintenance periods of forest roads]. Fundamentalnye issledovaniya [Basic Research]. 2011. N. 8 (ch. 3). pp. 667-671.
2. Kuryanov V.K. *Kompleksnoe modelirovanie protsessy funktsionirovaniya dorogi v sisteme avtomatizirovannogo proektirovaniya* [Comprehensive modeling of the functioning of the road in the computer-aided design]. Transport Urala. 2008. N. 4. pp. 6-9.
3. Kuryanov V.K., Kondrashova E.V., Lobanov Yu.V. *Povyshenie effektivnosti obsledovaniya avtomobilnykh dorog v rayonakh lesozagotovok* [Improving the efficiency of roads in the survey logging areas]. Moskva: FLINTA Nauka Publ., 2010. 162 p.
4. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V., Logachev V.N., Vakulin A.I. *Informatsionnye tehnologii dlya resheniya zadach upravleniya v usloviyakh ratsionalnogo lesopolzovaniya* [Information technology for control tasks in the conditions of forest management]. Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya: materialy VI mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya» [International Journal of Experimental Education: materials of the VI International Scientific Conference «Modern problems of science and education»]. 2012. N. 2. pp. 77-78.
5. Kamusin A.A. *Resursnoe obespechenie protsessy stroitelstva, remonta i soderzhaniya uchastkov lesnykh avtomobilnykh dorog* [Financial support of the process of building, repair and maintenance of forest roads sections]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik. 2014. N. 2 (101). pp. 21-27.
6. Skrypnikov A.V. *Metody, modeli i algoritmy povysheniya transportno-ekspluatatsionnykh kachestv lesnykh avtomobilnykh dorog v protsesse proektirovaniya, stroitelstva i ekspluatatsii* [Methods, models and algorithms improve transport and performance of forest roads in the design, construction and operation]. Moskva: FLINTA Nauka Publ., 2012. 310 p.
7. Skrypnikov A.V. *Povyshenie bezopasnosti dvizheniya avtomobiley i avtopoezdov po dorogam v rayonakh lesozagotovok* [Improving the safety of movement of cars and trucks on roads in logging areas]. Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya: materialy VI mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya» [International Journal of Experimental Education: materials of the VI International Scientific Conference «Modern problems of science and education»]. 2012. N. 2. pp. 76-77.
8. Skrypnikov A.V. *Imitatsionnoe modelirovanie transportnogo potoka dlya otsenki transportno-ekspluatatsionnykh harakteristik lesovoznykh avtomobilnykh dorog* [Simulation of traffic flow to assess the performance of transport and haulage roads]. Sistemy upravleniya i informatsionnye tehnologii. 2008. N. 3.2 (33). pp. 276-278.
9. Skrypnikov A.V., Kondrashova E.V., Skvortsova T.V. *Metod optimizatsii planov remonta uchastkov lesnykh avtomobilnykh dorog* [Optimization method of repairing portions of forest roads planning]. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2011. N. 6. www.science-education.ru/100-5155 (data obrascheniya: 04.10.2015).
10. Skrypnikov A.V. *Model opredeleniya ekonomicheskikh granits zon deystviya postavshikov materialov v usloviyakh veroyatnostnogo haraktera dorozhnogo stroitelstva lesovoznykh avtomobilnykh dorog* [Model determining the boundaries of zones of economic activities of suppliers of materials in a probabilistic nature of road construction of logging roads]. Fundamentalnye issledovaniya. 2011. N. 8. pp. 379-385.