

УДК 625.033

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ЛЕСНОГО ПОЧВОГРУНТА
НА ПРОЦЕСС ЕГО УПЛОТНЕНИЯ

А. В. Калистратов, А. И. Никифорова, М. Е. Рудов, А. М. Хахина
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет имени С. М. Кирова»

Уплотнение почвогрунта включает в себя перегруппировку частиц на микро-скопическом уровне, выражающуюся в их более плотной укладке и, следовательно, увеличении плотности почвогрунта, это явление сопровождается удалением воздуха, изменением в структуре почвогрунта и макроскопическим увеличением прочности грунта. Феномен уплотнения почвогрунта можно рассматривать с использованием положений классической теории упруго-пластичности, в рамках этой концепции почвогрунт рассматривают как материал, находящийся в напряженно-деформированном состоянии, который проявляет упругие свойства до определенного предельного значения напряжения; за этим пределом, увеличение напряжения приводит к возникновению и развитию пластической деформации. Значение предельного напряжения для конкретного типа почвогрунта определяется его структурой и состоянием (температура, влажность и т. д.) [1, 2].

Восприимчивость почвогрунтов к внешнему воздействию зависит от их состава и структуры. Например, мелкодисперсные суглинистые почвогрунты с низким содержанием коллоидных частиц более подвержены уплотнению, чем средне- и крупнодисперсные суглинистые и глинистые почвогрунты с низким содержанием влаги [1]. В работе [3] представлены результаты экспериментов, проведенных на 35 видах лесных почвогрунтов, в широком спектре процентного содержания глинистых (от 8 % до 66 %) и органических углеродсодержащих частиц (от 0,26 % до 5,77 %). Проводили компрессионные испытания образцов, прикладывая нагрузку ступенями (0, 100, 200, 400, 600, 1000, и 1400 кПа) при различной влажности образцов, после чего определяли плотность исследованных образцов. Отмечено, что при испытании характер деформирования суглинистого почвогрунта совершенно отличался от характера деформирования супесчаного. Первый тип почвогрунта (суглинистый) был устойчив к уплотнению в сухом состоянии и восприимчив к уплотнению при увлажнении, для второго типа (супесчаного) было характерно незначительное уплотнение при увеличении нагрузки и содержания влаги. Различия в поведении этих типов грунта при нагружении авторами объясняет-

ся различием плотности в сухом состоянии (высокой начальной плотностью суглинистых почвогрунтов в сухом состоянии) и различным характером перегруппировки частиц по мере изменения содержания воды.

Увеличение доли органического вещества в почвогрунте может снизить эффект упаковки частиц за счет увеличения содержания жесткости и/или за счет увеличения упругих свойств [4]. Высокое содержание органического вещества может уменьшить уплотняемость почвогрунтов даже при высоких уровнях влажности (в глинистых и суглинистых почвогрунтах) [3].

В работах [5, 6, 7] также отмечено, что процесс уплотнения почвогрунтов во многом зависит от их влажности. Это доказывается изменением показателей сопротивления вдавливанию штампов, выявленным при полевых испытаниях, а также экспериментально установленным изменением несущей способности почвогрунтов, что обуславливает изменение значения максимально допустимого давления на почвогрунт при работе техники при изменении влажности. Сопротивляемость почвогрунта уплотнению при определенной влажности при этом зависит от фракционного состава (содержание глинистых частиц) и минералогических характеристик [3, 5].

Как правило, почвогрунты с низким содержанием влаги лучше сопротивляются уплотнению, чем почвогрунты с высокой. Но, в том случае, когда содержание влаги настолько высоко, что все поровое пространство заполнено водой, почвогрунты становятся менее сжимаемым. Отметим в дополнение, что в работе [5] с использованием плотности в качестве индикатора уплотнения почвогрунта, показано, что сопротивляемость почвогрунта уплотнению возрастает с увеличением содержания воды до некоторого предела, после которого она уменьшается с увеличением содержания воды.

Таким образом, информация о влагосодержании в конкретном типе почвогрунта может быть полезна при планировании мероприятий с привлечением техники. Содержание влаги в почвогрунте, фракционный состав и структура почвогрунта (по процентному содержанию глинистых частиц), а также структура и количество органического вещества в почвогрунте в совокупности являются тремя существенными дополнительными факторами, которые, совместно с механическими свойствами, определяют степень уплотнения почвогрунта в результате воздействия движителей лесных машин. Эти результаты необходимо учитывать при составлении и реализации моделей взаимодействия движителей лесных машин с почвогрунтами в рамках методики организации процесса лесозаготовки с позиций устойчивого природопользования (обоснованной в [8]).

Библиографический список

1 Григорьев, И. В. Снижение отрицательного воздействия на почву колесных трелевочных тракторов обоснованием режимов их движения и технологического оборудования [Текст] / И. В. Григорьев - СПб. : Издательство ЛТА. 2006 г. - 236 с.

2 Григорьев, И. В. Экспериментальное определение времени релаксации напряжений лесного грунта [Текст] / И. В. Григорьев, А. И. Никифорова, А. А. Пелымский, Е. Г. Хитров, А. М. Хахина // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. № 8 (137). – С. 77-80.

3 Smith C., Johnston M., Lorentz S. Assessing the compaction susceptibility of South African forestry soils. I. The effect of soil type, water content and applied pressure on uni-axial compaction. Soil Tillage Research № 41, 1997, 53-73 pp.

4 Soane B. (1990) The role of organic matter in soil compactibility: a review of some practical aspects. Soil Tillage Research № 16, 1990, 179-201 pp.

5 Ishaq M., Hassan A., Saeed M., Ibrahim M., Lal R. Subsoil compaction effects on crops in Punjab. Soil physical properties and crop yield. Soil Tillage Research № 59, 2001, 57-65 pp.

6 Григорьев И. В., Жукова А. И., Григорьева О. И., Иванов А. В. Средообразующие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации. СПб. : Издательство ЛТА, 2008. – 176 с.

7 Шапиро, В. Я. Модель процесса циклического уплотнения грунта в полосах, прилегающих к трелевочному волоку [Текст] / В. Я. Шапиро И. В. Григорьев, С. Е. Рудов, А. И. Жукова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2010. - № 2. - С. 8-14.

8 Григорьев И. В., Григорьева О. И., Никифорова А. И., Куницкая О. А. Обоснование методики оценки экологической эффективности лесопользования. Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. – № 6. – С. 72-77.