

Замеры показали, что выдавливание нижнего слоя вверх и вперёд происходит примерно на 6...8 см. Значительную деформацию и разрушение нижнего слоя можно объяснить максимальными нагрузками, приходящимися на нижнюю часть рабочего органа, постепенно ослабевающими по мере отдаления от поверхности лемеха и уменьшении глубины. При измерении расстояний между слоями во всех экспериментах наблюдалось большее увеличение перемещений верхних слоёв от начального положения, причём, максимальным было смещение верхнего слоя. Вертикальный срез вдоль движения рыхлителя позволил определить расстояния между слоями грунта, и геометрически определить положение слоёв, рис. 2, б. При этом вертикальные перемещения слоёв практически были аналогичными перемещениям в поперечной плоскости.

Выводы.

1. При рыхлении объёмным рыхлителем происходят сложные процессы деформации и перемещения слоёв грунта, на которые влияют параметры рабочего органа рыхлителя, его конструкция и свойства грунта.

2. При воздействии на грунт рабочим органом рыхлителя слои грунта смещаются вверх, частично перемешиваются, и весь пласт перемещается вперёд, что соответствует теоретической модели.

#### **Библиографический список**

1. Макаров А.А., Леонтьев Ю.П. Оценка физико-механических свойств грунта по глубине обработки объёмным рыхлителем. В сборнике: Мелиорация земель - неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы МНПК. М.: Изд. ВНИИГиМ, 2019. С. 225-229.

УДК 631.61

#### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТАВЛЯЮЩИХ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА ПРИ РАБОТЕ ОБЪЁМНОГО РЫХЛИТЕЛЯ**

*Макаров А.А., старший преподаватель кафедры мелиоративных и строительных машин Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Леонтьев Ю.П., к.т.н., доцент, учеб. мастер кафедры мелиоративных и строительных машин Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Аннотация. С целью определения величин, составляющих сопротивления рыхлению рыхлителя объёмного типа был выполнен комплекс экспериментальных исследований.*

**Ключевые слова:** рабочий орган объемного типа, тяговое сопротивление, составляющие тягового сопротивления, экспериментальные исследования, объём призмы грунта.

Параметры объёмного рыхлителя такие, как углы резания лемеха и боковых стоек, их форма, а также величина угла между боковыми стойками и физико-механические свойства обрабатываемой среды, определённым образом влияют на тяговое сопротивление. Рабочий процесс объёмного рыхлителя имеет существенные отличия взаимодействия с грунтом, основными из которых являются блокированное резание; требования к однородности разрыхленного грунта; конструкция; большая глубина обработки; неоднородность плотности грунта по глубине.

Силу сопротивления рыхлению можно представить как сумму основных составляющих [1]. Известно, что для землеройных машин усилие резания  $F_p$  составляет наибольшую величину. Другие сопротивления также имеют значение, это сопротивление на подъем грунта  $F_n$ , на перемещение грунта в горизонтальном направлении  $F_{zp}$ , на преодоление внутреннего трения грунта  $F_{mp2}$ , трения грунта по стали  $F_{mp}$ ; преодоление сил инерции массы грунта  $F_{ин}$ :

$$F_T = F_p + F_{mp1} + F_{mp2} + F_n + F_{zp} + F_{ин} \quad (1)$$

Составляющие сопротивления рыхлению  $F_p$  и силы трения грунта по стали  $F_{mp1}$ , аналитически можно определить с достаточной точностью. В формулы по определению этих составляющих входит объём грунта деформируемого, поднимаемого и перемещаемого рыхлителем. Для вычисления сил  $F_{mp2}$ ,  $F_n$ ,  $F_{zp}$ ,  $F_{ин}$  необходимо знать массу и объём разрыхленного и перемещаемого грунта:

Сопротивление от силы тяжести поднимаемого грунта  $F_n$ , Н

$$F_n = V_z \gamma_z \quad (2)$$

где  $V_z$  объём поднимаемого грунта, м<sup>3</sup>,  $\gamma_z$  объёмный вес, т/м<sup>3</sup>.

Сопротивление перемещению грунта  $F_{zp}$ , Н

$$F_{zp} = V_z \gamma_z \mu \quad (3)$$

где  $\mu$  коэффициент трения грунта по грунту,  $\mu=0,3 \dots 0,5$ .

Сопротивление трения грунта по грунту  $F_{mp2}$ , Н

$$F_{mp2} = xV_z \gamma_z \quad (4)$$

где  $x = \frac{\sin \varphi_a}{2}$ ,  $\varphi_r$  угол трения грунта, для глины  $\varphi_r=14-19^\circ$ ,  $x=0,24-0,31$ , для суглинка  $\varphi_r=24-30^\circ$ ,  $x=0,37-0,44$ .

Соппротивление от сил инерции  $F_{ин}$ , Н

$$F_{ин} = ma = V_2 \rho a \quad (5)$$

где  $m$  масса перемещаемого грунта,  $\rho$  плотность грунта,  $\text{т/м}^3$ ,  $a$  ускорение,  $\text{м/с}^2$ .

Для вычисления этих составляющих необходимы достоверные данные по объёмам и массе деформируемого грунта рабочими органами объёмного рыхлителя. На основании этого, нами проведены исследования с целью уточнения расчёта тягового сопротивления объёмного рыхлителя.

Определение объёмов и массы призмы волочения над дневной поверхностью и части деформированного грунта от лемеха до дневной поверхности осуществлялось в процессе экспериментальных исследований моделей объёмного рыхлителя, рис. 1



Рисунок 1 – Схемы измерения объёма и массы разрыхлённого грунта

а – измерение границы призмы грунта с помощью проволочного шаблона;

б – вид верхней части призмы грунта;

в – вид нижней части призмы по границам разрыхлённой зоны.

Передняя граница призмы волочения имеет криволинейную форму близкую к фрагменту эллипса, верхняя поверхность призмы так же имеет криволинейную форму. Объем разрыхленного грунта, составляющий призму, образующуюся перед рабочим органом в процессе рыхления, можно представить в виде двух частей. Верхняя часть призмы волочения грунта отделялась от дневной поверхности, после чего определялся её объём  $V_1$  и масса  $m_1$ . Для определения объёма  $V_2$  и массы  $m_2$  разрыхлённого грунта ниже дневной поверхности производилась его выемка по границам разрыхлённой зоны. Экспериментальные исследования позволили уточнить объёмы и массу деформированного грунта, что позволило уточнить расчёты составляющих усилий:  $F_n$ ,  $F_{зр}$ ,  $F_{тр2}$ ,  $F_{ин}$ , и дало возможность оценить процентное соотношение составляющих сопротивления рыхлению, результаты расчетов приведены таблице 1.

Таблица 1

**Доли основных составляющих от общего сопротивления рыхлению**

Составляющие тяг. сопротивл.	Процентное соотношение, %
F <sub>n</sub>	17
F <sub>гр</sub>	7
F <sub>гр2</sub>	7
F <sub>ин</sub>	0,3
F <sub>рез</sub> +F <sub>тр</sub>	68,7

Из таблицы 1 видно, что большую величину составляет усилие резания и трения грунта о рабочий орган 68,7 и 72,7 %, существенную долю имеет составляющая от силы тяжести поднимаемого грунта, примерно 15...17 %.

**Библиографический список**

1. Леонтьев Ю. П., Макаров А. А. Физические основы рыхления грунта и расчет тягового усилия объемного рыхлителя. Природообустройство: науч.-практ. журн. - М., 2011. – Двухмес. - ISSN 1997-6011. 2011, №5. – с. 87-92.

УДК 626.81

**ПОВЫШЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ПОЛИВА ДОЖДЕВАЛЬНОЙ  
МАШИНЫ ФРЕГАТ ПУТЕМ УСТАНОВКИ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ  
ДЕФЛЕКТОРНЫХ НАСАДОК С КОЛЬЦЕВОЙ КАНАВКОЙ НА  
КОНУСЕ РАССЕКATEЛЯ**

*Русинов Алексей Владимирович, доцент кафедры техносферной безопасности и транспортно-технологических машин, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова*

*Акпасов Антон Павлович, старший научный сотрудник, ФГБНУ ВолжНИИГиМ*

*Аннотация.* Разработана конструкция дождевальной дефлекторной насадки, имеющей на конусе дефлектора кольцевую канавку выполненной по всей образующей конуса. Представлены результаты полевых исследований, доказывающих повышение равномерности полива дождевальной машины Фрегат за счет установки дождевальных насадок предлагаемой конструкции.

*Ключевые слова:* дождевальная машина, дождевальная дефлекторная насадка, равномерность полива.

Самой распространенной дождевальной машиной в Саратовской области является дождевальная машина «Фрегат» (ДМ Фрегат). Она хорошо себя зарекомендовала во время полива сельскохозяйственных культур, но в