

Габаев А.Х.
Gabaev A. H.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В
КОНСТРУКЦИИ БОРОЗДООБРАЗУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
СЕЯЛКИ ДЛЯ УСЛОВИЙ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ
APPLICATION OF POLYMERIC MATERIALS IN THE
CONSTRUCTION OF BOREA FORMING WORKING BODIES OF
CROPING MACHINES FOR WORK IN THE CONDITIONS OF
INCREASED SOIL HUMIDITY**

В настоящее время на рынке сельскохозяйственной техники имеется довольно широкий модельный ряд посевных машин, в той или иной степени отвечающих требованиям к посеву. Однако у предлагаемых посевных машин работоспособность в условиях повышенной влажности почвы очень низкая, в следствие залипания рабочих поверхностей дисков влажной почвой, что не позволяет проводить посевные работы в лучшие агротехнические сроки, особенно в условиях дождливой весны. Как показал анализ состояния сеялочных агрегатов, в ряде хозяйств диски высевающих сошников настолько изношены, что их диаметр составляет всего 29-30 см и даже меньше, при заводском выпуске 35 см. При таком диаметре дисков сеялка по своим техническим возможностям не может заделывать семена на заданную глубину. Все это приводит к снижению полевой всхожести семян, изреженности посевов, или, чтобы не допустить этого, к перерасходу дорогостоящего семенного материала. Посев на малых скоростях и невозможность сеять во влажную почву или после выпавших даже небольших осадков, сдерживает темпы посевной кампании и затрудняет проведение этого важного агрономического приема в оптимальные сроки, что также отрицательно влияет на продуктивность посевов. Проведение обязательной предпосевной культивации при посеве двухдисковыми сошниками требует предварительной отвальной вспашки, что затрудняет внедрение почвозащитных, влаго- и энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. В статье приводятся результаты исследований, посвященные вопросам повышения работоспособности бороздообразующих рабочих органов посевных машин для условий повышенной влажности и засоренности пожнивными остатками почв. Получены аналитические зависимости коэффициента трения почвы от влажности о различные материалы рабочих органов посевных машин.

Currently, the market of agricultural machinery has a fairly wide range of sowing machines, to some extent answering the requirements for sowing. However, the quality of work the proposed sowing machines, working in conditions of high soil moisture is very low, as a result of sticking of the working surfaces of the disks with wet soil, which does not allow sowing in the best agronomic terms, especially under rainy spring conditions. As the analysis of the state of the seeders showed, in a number of farms the discs of the sowing coulters are so worn out that their diameter is only 29-30 cm and even less, with a factory release of 35 cm. depth. This leads to a decrease in field germination of seeds, thinning of crops, or, to prevent this, to an overrun of expensive seed. Sowing at low speeds and the inability to sow into wet soil or after even small rain fall out, hinders the pace of the sowing campaign and makes it difficult to carry out this important agronomic reception at optimum times, which also negatively affects the productivity of the crops. Mandatory pre-sowing cultivation when sowing with double-disc coulters requires preliminary plowing, which makes it difficult to implement soil-protective, moisture-and energy-saving technologies of cultivation of agricultural crops. The article presents the results of research on the issues of improving the efficiency of furrow-forming working bodies of sowing

machines for conditions of high humidity and debris from soil residues. Analytical dependences of the soil friction coefficient on the moisture content of various materials of the working bodies of sewing machines are obtained.

Ключевые слова: почва; диск; сошник; борозда.

Key words: soil; disk; opener; furrow.

Габаев Алий Халисович – кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры механизации сельского хозяйства, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик
Тел.: 8-928-704-35-19;

E-mail: Alii_gabaev@bk.ru

Gabaev Alij Halisovich – Candidate of Technical Sciences, Art. Lecturer of the Department of Mechanization of Agriculture, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Tel.: 8-928-704-35-19

E-mail: Alii_gabaev@bk.ru.

Введение. В результате лабораторных исследований нами установлено, что зерновые сеялки с двухдисковыми и однодисковыми сферическими сошниками при работе в условиях повышенной влажности почвы зачастую теряют работоспособность вследствие залипания рабочих поверхностей влажной почвой. Данное явление приводит к нарушению агротехнических требований к посеву. Кроме того, в результате потери работоспособности сошников значительно увеличивается тяговое сопротивление агрегата, а на отдельных видах почв работа вовсе становится невозможной. В связи с этим возникает необходимость в поиске новых конструктивных решений, которые могут позволить качественно выполнить технологический процесс посева в условиях повышенной влажности почвы.

В литературе недостаточно данных по характеристике несущей способности почв, а та информация, которая имеется, относится в большей степени к грунтам, чем к почве.

Методология проведения работ. Раскрыть условия работы заделывающих органов посевных машин. Провести анализ особенностей работы бороздоформирующих рабочих органов посевных машин в условиях повышенной влажности почвы, наметить пути решения проблемы и предложить новые конструктивные решения с целью повышения их работоспособности при работе в условиях повышенной влажности почвы.

Ход исследования. Процесс образования борозды для семенного ложа в зависимости от свойств почвы и конструктивных параметров бороздоформирующего рабочего органа зерновой сеялки, а также его энергетическая оценка проведены в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Механизация сельского хозяйства» Кабардино-Балкарского ГАУ. Для проведения лабораторных исследований изготовлены экспериментальные бороздоформирующие рабочие органы с использованием в их конструкции полимерных материалов с гидрофобными свойствами (патенты РФ № 2511237; №2631465) [1,2].



Рисунок 1 – Экспериментальный бороздоформирующий рабочий орган в почвенном канале.

Результаты исследования. На снижение энергоемкости механической обработки почвы влияют прочностные свойства почвы и его влажность. Анализ результатов исследований показывает, что наименьший предел прочности почвы соответствует деформации растяжения при влажности почвы 18..25%, который в 5...10 раз ниже, чем предел прочности при сопротивлении деформациям других видов. При изменении влажности почвы на 5...10% предел прочности при сопротивлении деформации одного и того же вида изменяется в несколько раз. Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что тяговое сопротивление агрегата минимальна при обработке почвы путем приложения к ней сил деформации растяжения при

определённом значении её влажности [3]. Однако, рабочих органов посевных машин при работе, оказывающих на почву деформацию растяжения практически не существует. Подавляющее большинство рабочих органов посевных машин воздействует на почву, оказывая при этом деформацию сжатия (смятия) или сдвига.

Максимальное (предельное) значение касательного напряжения при разрушении образца почвы путем сдвига можно определить по формуле Кулона:

$$\tau_{пред} = C_0 \operatorname{tg} \varphi = C_0 + f\sigma, \quad (1)$$

где

C_0 - коэффициент сцепления почвы;

σ - нормальное давление;

φ - угол внутреннего трения (почвы по почве);

f - коэффициент внутреннего трения.

Коэффициент сцепления C_0 - это величина касательного напряжения, требуемого для разрушения связей почвы в плоскости среза. На значение коэффициента C_0 не оказывает влияния значение нормального давления σ . И, соответственно, C_0 варьирует в довольно в широких пределах: для сухих песчаных почв средней связности они равны 0,5...1,0 Н/см², для глинистых почв повышенной влажности 6...9 Н/см². Значения τ , соответственно, составляют для лёгких и средних почв повышенной влажности 1...3 Н/см², для сухих тяжёлых 6...9 Н/см². Формула Кулона в данной редакции применима для почв средней связности. Применительно к несвязным песчаным почвам её можно представить в виде:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi, \quad (2)$$

т.е. в данном случае угол внутреннего трения оказывает основное влияние на сопротивление сдвигу. Тяговое сопротивление агрегата при обработке почвы путем деформации смятия зависит от свойства почвы оказывать сопротивление данному виду деформации. При равных значениях величины деформаций сдвига и уплотнения для деформации сдвига

требуется затрат энергии в два раза больше, чем при деформации уплотнения. Принимая во внимание то, что между тяговым сопротивлением почвообрабатывающей машины и свойствами почвы, в частности, сопротивлением смятию имеется непосредственная связь, при модернизации и проектировании новых почвообрабатывающих рабочих органов сельскохозяйственных машин следует обращать внимание на вышеперечисленные аспекты.

На тяговое сопротивление агрегата значительное влияние оказывает сила трения, зависящая от фрикционных свойств поверхностей рабочих органов почвообрабатывающей машины и почвы. Следовательно, в зависимости от прилагаемого к почвообрабатывающему орудью силы величина силы трения варьирует от нуля до своего предельного значения ($0 \leq F_{mp} \leq F_{mp.max}$). Своих предельных значений сила трения достигает при перемещении относительно друг друга, рабочих поверхностей орудия и частиц почвы, скольжением. В этом случае её численное значение можно определить по формуле Амонтона:

$$F_{mp} = fN \text{ или } F_{mp} = N \operatorname{tg} \varphi, \quad (3)$$

где

f - коэффициент трения;

φ - угол трения;

N - сила нормального давления.

Таким образом, сила трения прямо пропорциональна силе нормального давления N , зависит от фрикционных свойств, трущихся поверхностей (значения f или φ) и направлена в сторону, противоположную относительному перемещению трущихся тел. На величину силы трения не влияют площади трущихся поверхностей. Принято различать величины: коэффициент трения покоя и угол трения покоя и при установившемся движении. Последние всегда меньше первых. Установлено, что значения коэффициента трения и угла трения зависят не только от материала и

состояния трущихся поверхностей, но и от скорости их относительного движения (с увеличением скорости уменьшаются).

Коэффициент трения почвы – это величина переменная и зависит она от многих факторов, основные из которых – это влажность и механический состав почвы.

Например, по Н. В. Щучкину, коэффициент трения глинистой почвы выше в два раза по сравнению с коэффициентом трения песчаной (рис. 2). Кроме того, с увеличением дисперсности почвы, коэффициент и угол её трения увеличиваются.

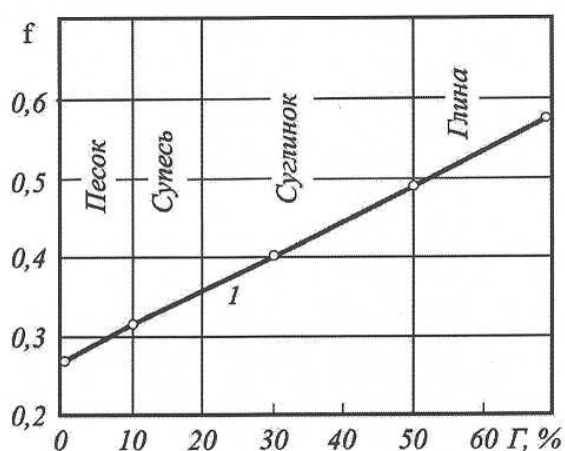


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента трения почвы от содержания физической глины

Значительное влияние на коэффициент трения оказывает также влажность почвы W_a (рис. 3).

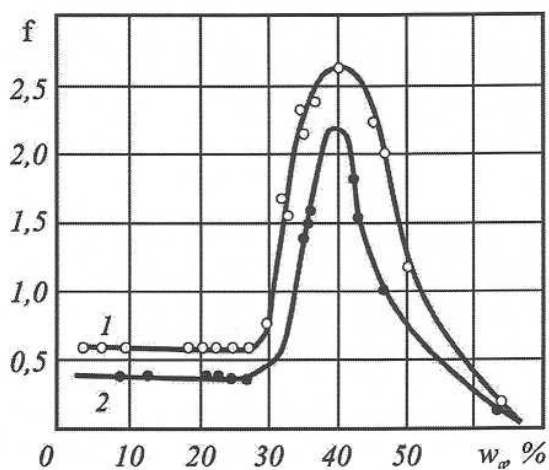


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента трения почвы от влажности:
1 – почвы о сталь; 2 – почвы о фторопласт.

При относительно низком содержании влаги в почве она не поступает к рабочим поверхностям почвообрабатывающего орудия и соответственно не оказывает влияние на процесс трения, происходит сухое трение и коэффициент трения в данном случае не зависит от влажности почвы (горизонтальные участки кривых рисунок 3). При повышении влажности почвы возникают силы молекулярного притяжения между почвенной влагой и материалом рабочей поверхности почвообрабатывающего орудия, и процесс переходит в фазу внешнего трения, то есть прилипания. При этом наблюдается существенное увеличение коэффициента трения (восходящие участки кривых, рисунок 3). При значениях абсолютной влажности почвы, равных 3...40% (в зависимости от механического состава почвы) значения коэффициента трения достигают своего максимума. В случае, если содержание влаги в почве достаточно высоко и обеспечивается постоянный её приток к поверхности рабочего органа почвообрабатывающей машины, то влага в данном случае оказывает смазывающее воздействие, и процесс, вступает в фазу, когда внутреннее трение между слоями влаги и коэффициентом трения резко снижаются (нисходящие участки кривых, рисунок 3). Для проведения приближённых ориентировочных расчётов, то есть без учёта механического состава и влажности почвы значения коэффициентов, как правило, принимают равными $f = 0,5$ и $\varphi = 25^{\circ}31'$.

Вывод. В результате лабораторных исследований установлено, что сила прилипания почвы достигает максимального значения у необработанной стальной поверхности, в два раза меньше у полиэтилена, минимальное значение у фторопласта в 3,5 раз меньше. Также выявлено, что сила прилипания с повышением влажности постепенно увеличивается, после чего проходит через максимум около 36%, затем идёт на спад.

На основе проведенного анализа предложена новая технология формирования бороздки для семян, включающая в себя срезание пожнивных остатков и комков почвы на поверхности поля, образование в почве борозды

клиновидной формы с уплотнёнными стенками и дном путём прорезания слоя почвы и смятия её на заданную глубину.

Для осуществления предложенной технологии разработан бороздообразующий рабочий орган (патенты РФ № 2511237; № 2631465).

Литература

1. Пат. 2511237 Российская Федерация, МПК A01C7/00. Устройство для посева семян зерновых культур / Каскулов М.Х., Габаев А.Х., Апажев А.К., Атурмузаев И.А., Гаев Ш.М., Тешев А.Ш., Мишхожев В.Х.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия имени В.М. Кокова». - №2012153090/13; заявл. 07.12.2012; опубл. 10.04.2014. – Бюл. №10. – 6с.

2. Пат. 2631465 Российская Федерация, МПК⁷ A01C7/00. Устройство для посева семян зерновых культур в условиях повышенной влажности почвы рядовым и узкорядным способами / Каскулов М.Х., Габаев А.Х.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное образовательное учреждение Высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова». - №2016148797; заявл. 12.12.2016; опубл. 22.09.2017. – Бюл. №27. – 5с.

3. *Габаев А.Х.* Деформации почвы при обработке двухгранным клином [Текст] / М.Х. Мисиров, А.Х. Габаев // Материалы межвузовской науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. Нальчик. 2009. С. 131-134.

4. *Габаев А.Х.* Теоретическое исследование процесса высева и заделки семян в почву посевной секцией сеялки с магнитным высевающим аппаратом // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. Нальчик. 2013. №2. С77-83.

References

1. Pat. 2511237 Rossijskaya Federaciya, MPK7 A01S7/00. Ustrojstvo dlya poseva semyan zernovyh kul'tur / Kaskulov M.H., Gabaev A.H., Apazhev A.K., Atmurzaev I.A., Gaev SH.M., Teshev A.SH., Mishkhozhev V.H.; zayavitel' i patentooblodatel': Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie Vysshego professional'nogo obrazovaniya «Kabardino-Balkarskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni V.M. Kokova». - №2012153090/13; zayavl. 07.12.2012; opubl. 10.04.2014. – Byul. №10. – 6s.

2. Pat. 2631465 Rossijskaya Federaciya, MPK7 A01S7/00. Ustrojstvo dlya poseva semyan zernovyh kul'tur v usloviyah povyshennoj vlazhnosti pochvy ryadovym i uzkoryadnym sposobami / Kaskulov M.H., Gabaev A.H.; zayavitel' i patentooblodatel': Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie Vysshego obrazovaniya «Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj agrarnyj

universitet im. V.M. Kokova». - №2016148797; zayavl. 12.12.2016; opubl. 22.09.2017. – Byul. №27. – 5s.

3. *Gabaev A.H.* Deformacii pochvy pri obrabotke dvuhgrannym klinom /Tekst / M.H. Misirov, A.H. Gabaev // Materialy mezhvuzovskoj nauch.-prakt. Konf. Studentov i molodyh uchenyh. Nal'chik. 2009. S. 131-134.

4. *Gabaev A.H.* Teoreticheskoe issledovanie processa vyseva i zadelki semyan v pochvu posevnoj sekcij seyalki s magnitnym vysevayushchim apparatom // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo GAU. Nal'chik, 2013. №2. S77-83.