

УДК 621.878.27

Е.А. Манакин, канд. техн. наук, доц.,
А.Ю. Демишев, магистрант,
Донецкий национальный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЛИПКость СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ В КОВШЕ СКРЕПЕРА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ НАЛИПАНИЯ МАТЕРИАЛА

Произведен расчет силы адгезии единичного контакта дисперсного связного грунта с поверхностью в зависимости от температуры и размера частиц. Сделан вывод о целесообразности метода подогрева поверхности контакта ковша скрепера с грунтом с целью снижения количества налипшего материала.

скрепер, ковш, грунт, налипание, подогрев, температура, адгезия, контакт, частица, дисперсность, поверхность, влияние, расчет

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Процесс выгрузки грунта из рабочих органов землеройно-транспортных машин в настоящее время сопровождается некоторыми проблемами. Одной из них является налипание грунта на рабочие поверхности и, как следствие, уменьшение полезного объема рабочего органа при дальнейшей работе вплоть до очистки вручную или механизированным способом.

Анализ исследований и публикаций. В источнике [1] С.А. Гончаровым изложена теория перемещения и складирования горной массы, описаны закономерности поведения дисперсных влажных масс при контакте с твердыми поверхностями и др. В работе [2] С.А. Гончаровым и С.А. Потаповым описана методика определения значения капиллярной составляющей силы адгезии для дисперсных влажных грунтов.

Постановка задачи. Целью данного исследования является изучение влияния температуры поверхности контакта на липкость грунта в ковше скрепера. Для этого необходимо установить, как влияет повышение температуры на силу адгезии. На основании результатов исследования можно говорить о целесообразности метода подогрева поверхности контакта.

Изложение материала и результаты. Одним из эффективных способов предотвращения налипания дисперсных грунтов на поверх-

ности контакта рабочих органов машин является подсушивание грунта вследствие подогрева поверхности контакта [1].

Предлагается реализовать подогрев поверхности контакта ковша скрепера с грузом при помощи отработавших газов двигателя тягача.

Налипание связных дисперсных грунтов на рабочие органы машин обусловлено действием силы адгезии. Капиллярная составляющая этой силы представляет в данном случае наибольший интерес, так как остальные составляющие – пренебрежимо малы, по сравнению с ней [1].

Общая схема взаимодействия частиц с поверхностью контакта с помощью капиллярного мениска представлена на рисунке 1 [2].

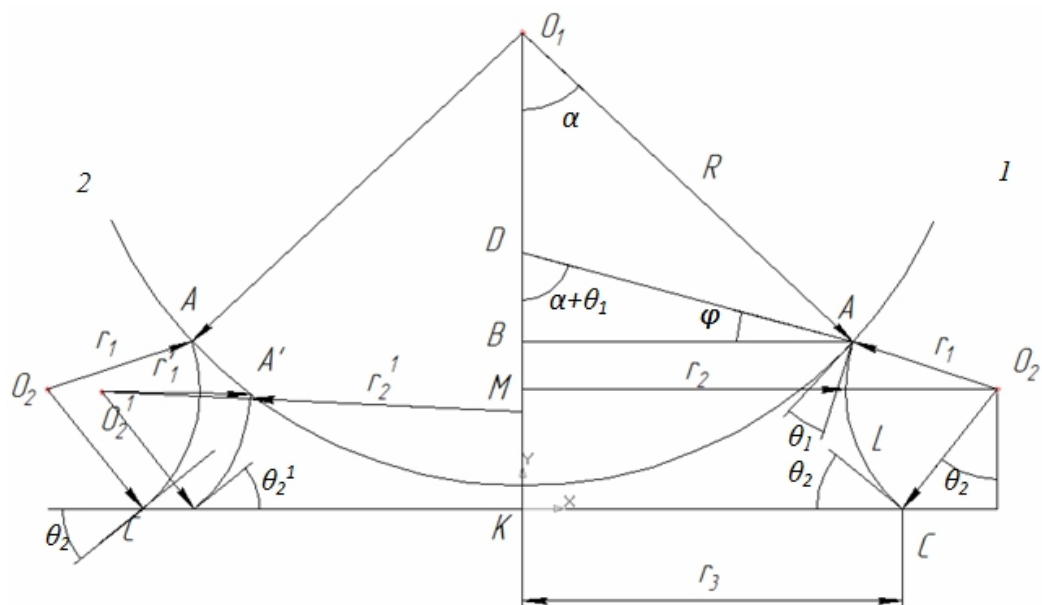


Рисунок 1 - Общая схема взаимодействия частицы дисперсного связного грунта с поверхностью контакта посредством прослойки жидкости

Центр сферической частицы радиуса R находится в точке O_1 . Радиус кривизны мениска капилляра r_1 описывает в плоскости чертежа дугу окружности AC с центром в точке O_2 ; α – угол, образованный нормалью в точке касания A мениска капилляра к частице и вертикалью O_1K . Значение угла α зависит от радиуса частицы и температуры поверхности, для расчетов использовались эмпирические значения этого угла [2]. θ_1 , θ_2 – углы смачивания жидкостью поверхности контакта и частицы, соответственно.

Для расчета силы адгезии единичного контакта была применена методика проф. Гончарова С.А. [2].

По эмпирической зависимости находим угол смачивания, град., и поверхностное натяжение жидкости, Н/м, соответственно:

$$\theta_2 = 40 - 0,075T, \quad (1)$$

$$\sigma = 75,6 - 0,142T, \quad (2)$$

где T – температура поверхности контакта, К.

Из геометрических построений находим радиус кривизны мениска капилляра в плоскости, перпендикулярной поверхности смачивания, м:

$$r_1 = R \frac{1 - \cos\alpha}{\cos\alpha + \cos\theta_2}, \quad (3)$$

Находим радиус кривизны мениска в плоскости, перпендикулярной плоскости чертежа и проходящей через прямую MO_2 , м:

$$r_2 = R \left[\sin\alpha + \frac{1 - \cos\alpha}{\cos\alpha + \cos\theta_2} \cdot (\sin\alpha - 1) \right], \quad (4)$$

Радиус пятна растекания мениска на поверхности контакта, м:

$$r_3 = R \cdot \sin\alpha + r_1 \cdot (\sin\alpha - \sin\theta_2), \quad (5)$$

Тогда перепад давления, обусловленный кривизной поверхности раздела фаз, по уравнению Лапласа, Па:

$$\Delta P = \sigma(r_1^{-1} - r_2^{-1}), \quad (6)$$

Капиллярная составляющая силы адгезии, Н:

$$F_{ад} = 4\pi r_3 \sigma - \pi r_1^2 \cdot \Delta P, \quad (7)$$

Адгезионную прочность контакта F связного грунта с поверхностью площадью 1 см^2 можно найти, умножив $F_{ад}$ на число единичных контактов χ , Н:

$$F = F_{ад} \cdot \chi, \quad (8)$$

На основании данной методики была разработана математическая модель, описывающая влияние температуры на липкость дисперсных связных грунтов в ковше скрепера. Приняты допущения, что частицы имеют сферическую форму, поверхность контакта плоская, металлическая. В обобщенном виде зависимость силы адгезии единичного контакта от входных параметров можно представить:

$$F_{ад} = f(T, R). \quad (9)$$

Остальные исходные данные являются постоянными.

При помощи системы MathCAD14 произведен расчет силы адгезии влажного дисперсного грунта с радиусом частиц от 5×10^{-6} м до 500×10^{-6} м при различной температуре. Результаты расчетов сведены в табл. 1.

Таблиця 1. Результати расчета силы адгезии единичного контакта дисперсного связного грунта при изменении температуры, $F_{ад} \times 10^6$, Н.

Радиус частиц, $R \times 10^6$, м	Температура, °K (°C)						
	293 (20)	313 (40)	333 (60)	353 (80)	373 (100)	393 (120)	413 (140)
5	153,92	88,63	47,96	27,88	17,35	12,58	8,92
10	255,83	136	72,47	43,51	28,27	17,35	11,15
20	367,58	208,34	112,79	65,85	38,69	24,3	16,36
40	537,41	272,67	156,27	87,09	51,6	31,25	25,28
50	594,12	310,23	176,76	97,7	54,58	32,55	24,16
100	840,15	443,45	241,98	145,18	84,36	47,74	33,36
250	1340	733,78	403,41	237,36	161,29	97,66	74,36
500	1862	1024	527,64	363,06	223,35	108,522	92,95

Графически зависимость силы адгезии от температуры поверхности представлена на рис. 2.

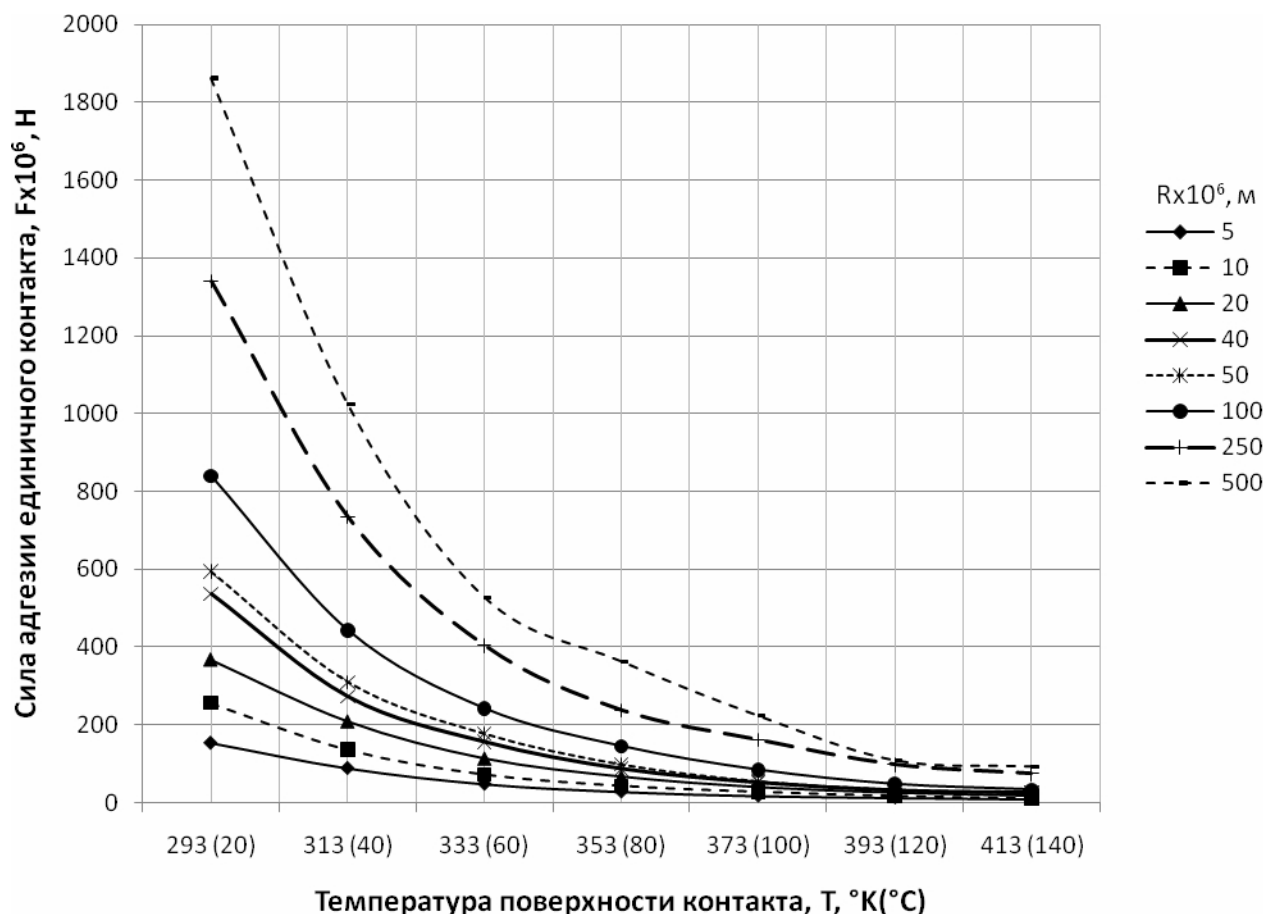


Рисунок 2 - График зависимости силы адгезии единичного контакта от температуры поверхности

Выводы. Разработана математическая модель, на основании которой произведены расчеты силы адгезии единичного контакта для частиц различного радиуса. Результаты исследования показывают, что с увеличением температуры T сила адгезии $F_{ад}$ уменьшается в несколько раз для частиц любого радиуса.

Обоснована целесообразность метода подогрева в борьбе с налипанием дисперсных грунтов на поверхности рабочих органов землеройно-транспортных машин, обеспечивающего упрощение разгрузки ковша и повышение эффективности работы машины.

Список литературы

1. Гончаров. С.А. Перемещение и складирование горной массы / С.А. Гончаров. – М.: Издательство Московского горного университета, 1996. - 285 с.
2. Гончаров С.А. Влияние температуры на липкость связных пород / С.А. Гончаров, С.А. Потапов. - Изв. ВУЗов «Горный журнал» 1976. - С.74 – 77.

Є.А.Манакин, А.Ю.Демішев. Дослідження впливу температури на липкість зв'язних ґрунтів у ковші скрепера для зменшення налипання матеріалу. Проведено розрахунок сили адгезії одичного контакту дисперсного зв'язного ґрунту з поверхнею залежно від температури і розміру часток. Зроблено висновки щодо доцільності методу підігрівання поверхні контакту ковша скрепера з ґрунтом з метою зниження кількості налиплого матеріалу.

скрепер, ківш, ґрунт, налипання, підігрів, температура, адгезія, контакт, частка, дисперсність, поверхня, вплив, розрахунок

E.Manakyn, A.Demishev. Research of the Influence of the Temperature on the Stickiness of Cohesive Soils in a Scraper Bucket to Reduce the Material Buildup. Calculation of adhesion strength of a single contact of disperse cohesive soil with a surface depending on temperature and particle size was done. The conclusion was made about feasibility of the method of heating the contact surface of a scraper with soil in order to reduce the amount of adhering material.

scraper, bucket, soil, sticking, heating, temperature, adhesion, contact, particle, dispersity, surface, influence, calculation

Стаття надійшла до редколегії 6.10.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. каф. ГЗТіЛ ДонНТУ В.І. Дворніков

© Манакин Е.А., Демишев А.Ю., 2010