

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ НА ДИСПЕРСИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

ГРЕХОВ Павел Иванович, Курганская государственная сельскохозяйственная академия
им. Т.С. Мальцева

ШКРАБАК Владимир Степанович Санкт-Петербургский государственный аграрный
университет

В статье рассматривается вопрос влияния дисперсионного распределения битумной фазы в битумной эмульсии для дорожного строительства. Распределение микрокапель битума по размеру и количеству в водной среде в значительной степени влияет на физические и эксплуатационные свойства. Дисперсионные кривые графиков распределения микрокапель по размерам и по процентному содержанию позволяют оценить влияние битумно-солевой массы как эмульгатора. Доказана возможность совместного применения стандартного эмульгатора и битумно-солевой массы. Определены оптимальные соотношения компонентов рассматриваемой битумной эмульсии для применения ее в дорожном строительстве.

До подписания Россией Конвенции по уничтожению химического оружия она располагала порядка 40000 т отравляющих веществ (ОВ), которые в большинстве своем представлены фосфорорганической группой (32 200 т) [8]. Процесс уничтожения химического оружия (ХО) в Российской Федерации находится в завершающей стадии. Практически все ХО уничтожено, а точнее, переведено в безопасную и необратимую форму для биологической среды. В зависимости от вида ХО были определены способы его уничтожения. Так, ХО фосфорорганической группы уничтожали по двухстадийной технологии, предусматривающей на первой стадии химическое разложение отравляющих веществ при помощи моноэтаноламина, на второй – смешивание полученной реакционной массы с нефтяным битумом. Полученная смесь определена как битумно-солевая масса (БСМ), где содержание реакционной массы в БСМ составляет порядка 2,5 % [10]. В последующем БСМ заливали в металлические бочки и складировали на специальном полигоне.

Общее количество БСМ составит порядка 161 000 т, что, естественно, вызовет интерес к возможности ее промышленного применения, в частности, в дорожном строительстве. Анализ компонентов реакционной массы показал, что молекулы ее элементов проявляют полярность, а значит, могут влиять на взаимодействия с минеральными материалами и асфальтобетонами [5, 6] как поверхностно активные вещества. Так, при рассмотрении применения модифицирующих добавок на основе БСМ для дорожных битумных эмульсий (БЭ) необходимо определить, на какие характеристики будет оказано влияние и будут ли они положительными?

Ввиду дисперсной структуры прямой БЭ важно знать размерное и количественное распределение микрокапель битумной фазы. Эти

параметры покажут влияние модифицирующей добавки на основе БСМ как на устойчивость к расслоению, так и к обеспечению более высокой степени упаковки микрокапель битума в системе «масло в воде» [3, 4].

Для анализа дисперсной структуры БЭ использовали анализатор дисперсии SALD-7101 Shimadzu (рис. 1).

В основе измерений использовали метод лазерного светорассеяния. Фотосенсоры расположены по схеме, обеспечивающей широкий угол охвата (60°), что дает возможность улучшить разрешение в субмикронном диапазоне. Согласно техническим характеристикам, диапазон измерения частиц 15 нм – 250 мкм, определяемый при помощи полупроводникового фиолетового лазера с длиной волны 375 нм. В состав прибора входит диспергирующая баня с внутренним объемом 280 см³, из которой исследуемый состав поступает в проточную кювету из кварцевого стекла объемом 12 см³.

При исследовании образцы помещали в устройство для пробоподготовки, где БЭ диспергировали в специальной ультразвуковой мешалке. После этого БЭ автоматически подавалась в кювету прибора, где измеряли интенсивность



Рис. 1. Анализатор дисперсности SALD-7101 Shimadzu





диафрагмированного лазерного луча при разных углах. Известно, что угол преломления для углеродных смесей, согласно базе данных анализатора, составляет 1,6–1,7°. Результаты обрабатывают на компьютере с последующим выводом на монитор или печатающее устройство.

Исследованиям подвергали составы, которые предварительно выдержали испытания на устойчивость к расслоению по ГОСТ Р 52128–2003 «Эмульсии битумные дорожные. Технические условия». Кроме того, они содержали в своем составе 1,5 % от массы стандартный эмульгатор Redicod.

Ввиду того, что рассматривали прямую эмульсионную систему – «масло в воде», а дисперсная фаза имеет конфигурацию в виде сфер или близким к ним фигурам, то получаемая дисперсная фаза имеет различные размеры, что в значительной степени скажется на формировании плотности упаковки в процессе хранения и применения (расслоения).

Известно, что плотнейшая упаковка шаров одного размера может обеспечить заполнение 74,05 % в кубической или гексагональной объемных ячейках с образованием одной октаэдрической и двух тетраэдрических пустот [1, 2, 7, 9, 11]. Исходя из этого важно знать параметры элементов дисперсионной системы, которые позволят судить о степени формирования плотнейшей упаковки (ПУ) и поведении системы при нанесении ее на поверхность минерального материала. Качество ПУ определит скорость расслоения БЭ при непосредственном ее применении.

При рассмотрении дисперсионных характеристик состава, указанного на рис. 2, можно отметить, что диапазон фракций, обеспечивающих объем битумной составляющей в БЭ порядка 74 %, находятся в пределах от 57,648 до 7,334 мкм. Предварительные расчеты показали средневзвешенный размер этого интервала, составляющий 20,77 мкм, устойчивость к расслоению 409 ч, а укрывистость – 90,145 %. Этот состав соответствовал лучшему показателю по укрывистости без модифицирующей добавки при наличии стандартного эмульгатора Redicod. Дифференциальная кривая графика имеет два четко выраженных пика, которые находятся в рассматриваемом интервале в верхней половине максимального процентного содержания отдельных фракций (по оси ординат). Остальные меньшие фракции обеспечивают заполнение пустот между крупными фракциями битума в БЭ. При этом соотношении размеров фракций микрокапель битума и эмульгатора обеспечиваются достаточные условия для обеспечения высоких показателей по укрывистости. В случае контакта с минеральным материалом эмульгатор переходит на поверхность этого материала и тем самым обеспечивает благоприятные адгезионные условия для битума.

Дисперсионные параметры состава БЭ, указанные на рис. 3, без модифицирующей добавки обеспечивали порядка 74 % объема битума в интервале диаметров от 38,168 до 4,856 мкм. Средневзвешенный размер микрокапель битума 9,51 мкм, а укрывистость составила 65,25 %. Время, обеспечивающее устойчивость к расслаиванию, 527 ч. Изменение характера дифференциальной кривой графика обусловлено изменением соотношения битума и эмульгатора, что вызвало смещение в сторону уменьшения средних размеров всего диапазона битумной фазы с ослаблением выражения второго максимума. Ввиду формирования монослоя на поверхности битумной фазы уменьшение количества битума способствовало уменьшению размера фракционного состава БЭ, что характеризуется развитой суммарной поверхностью.

На рис. 4 дифференциальная кривая показывает, что интервал битумной фазы занимающей объем, близкий к 74 % и составляет 46,907–3,215 мкм. Критерий по расслаиваемости соответствует 501 ч, а по степени укрывистости – 62,1 %. График показывает наличие двух пиков, близких как по размерным, так и по процентным значениям.

Дисперсионные характеристики БЭ без модифицирующей добавки, указанные на рис. 5, показывают незначительный разброс по размерным показателям с более высоким процентным (более 14 % по оси ординат) соотношением. Интервал фракций, обеспечивающих основной объем заполнения битумной фазы (74 %), составляет от 38,168 до 5,968 мкм. Временной интервал расслоения наступает через 379 ч, а укрывистость соста-

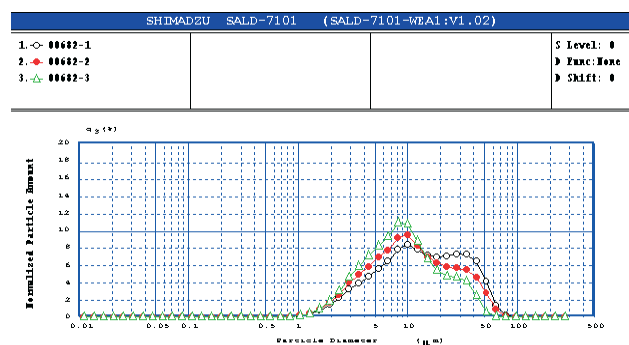


Рис. 2. Параметры дисперсионных характеристик битумной эмульсии (состав: битум – 60 %, вода – 40 %, Redicod – 1,5 % от массы)

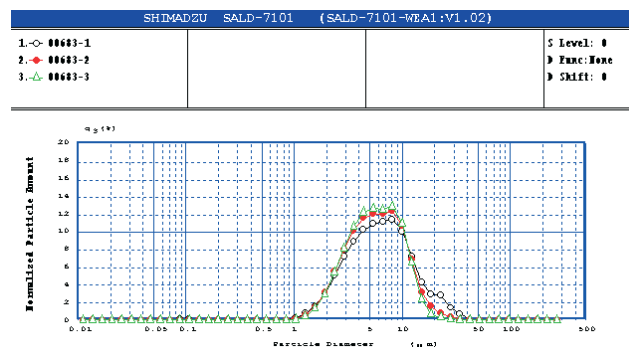


Рис. 3. Параметры дисперсионных характеристик битумной эмульсии (состав: битум – 50 %, вода – 50 %, Redicod – 1,5 % от массы)

вила 79,84 %. В размерностях порядка 20 м присутствует слабовыраженный пик, что говорит о некотором увеличении этой фракции.

На рис. 6 интервал дифференциальной кривой битумной фазы БЭ с максимальным объемом заполнения (74 %) располагается от 70,847 до 9,014 м. При этом обеспечивается расслоение после 547 ч, а укрывистость 81,65 %. Модифицирующую добавку не вводили, а изменялись соотношения вводного битума и воды. Увеличение количества воды позволило увеличить расстояния между частицами битума, а значит, сформировать дополнительный объем в водной фазе для фракции с размерностью 20–40 м. Это обстоятельство позволило получить высокие показатели по устойчивости к расслоению, уменьшив количество точек непосредственного контакта между фракциями битумной фазы.

При рассмотрении рис. 7, где в состав БЭ вводили модифицирующую добавку, интервал

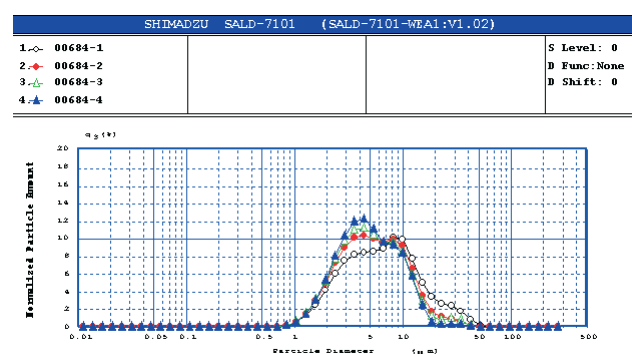


Рис. 4. Расчеты дисперсионных характеристик битумной эмульсии (состав: битум – 56,6 %, вода – 40 %, модифицирующая добавка – 6,6 %, Redicod – 1,5 % от массы)

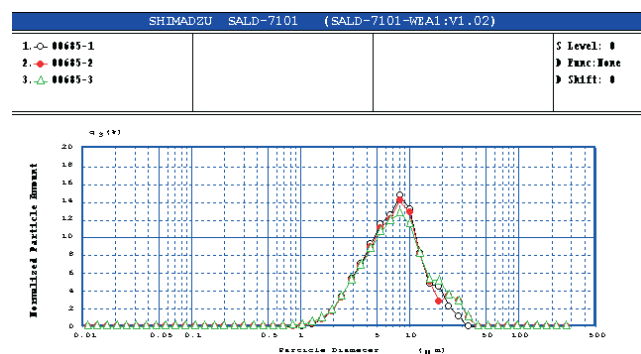


Рис. 5. Расчеты дисперсионных характеристик битумной эмульсии (состав: битум – 56,6 %, вода – 43,3 %, Redicod – 1,5 % от массы)

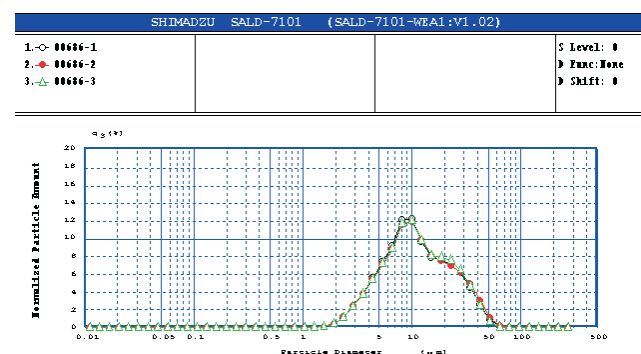


Рис. 6. Расчеты дисперсионных характеристик битумной эмульсии (состав: битум – 53,3 %, вода – 46,6 %, Redicod – 1,5 % от массы)

фракций, обеспечивающих заполнение общего объема БЭ на 74 %, составлял от 87,070 до 9,014 м. Кроме того, показатели устойчивости к расслоению составили 145 часов, а по укрывистости 74,85 %. Имеется четко выраженные два максимума по количеству (8–10 %) для 10 и 30 м. Наличие второго максимума обусловлено присутствием модифицирующей добавки, в которой есть компоненты, работающие как поверхностно активные вещества. В результате суммарное количество эмульгирующих ингредиентов увеличилось, что вызвало значительное формирование фракции с размерами порядка 30 м.

Дифференциальная кривая дисперсионных параметров БЭ с содержанием модифицирующей добавки 3,3 % показывает (рис. 8), что основной параметр заполнения битумной фазы составляет 31,058–3,951 м при расслаиваемости – 337 ч и укрывистости 89,85 %. На графике наблюдаются три максимума у фракций 3,5, 8 и 30 м соответственно.

На основании полученных данных установлено, что модифицированная добавка может обеспечить необходимые характеристики при совместном введении в БЭ со стандартным эмульгатором Redicod. При наличии модифицирующей добавки в составе БЭ происходит значительное увеличение некоторых фракций, выраженное появлением дополнительных пиков на дифференциальных кривых рассмотренных графиков. Определен оптимальный состав БЭ: битум – 53,3 %, вода – 40 %, модифицирующая добавка – 6,6 % при наличии эмульгатора Redicod – 1,5 % от массы.

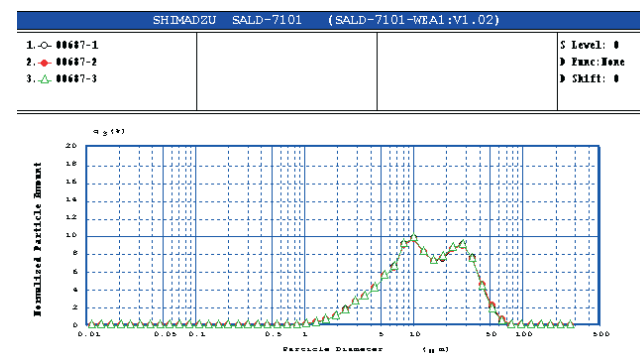


Рис. 7. Расчеты дисперсионных характеристик битумной эмульсии (состав: битум – 50 %, вода – 46,6 %, модифицирующая добавка – 3,3 %, Redicod – 1,5 % от массы)

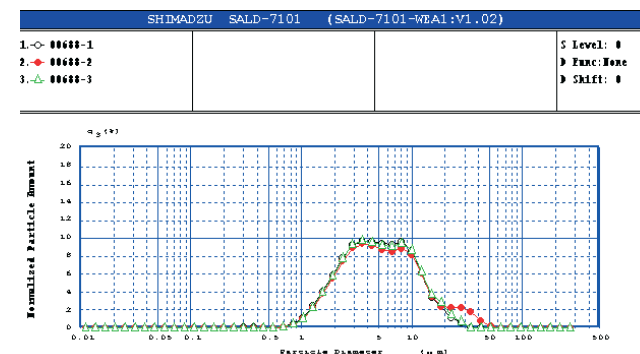


Рис. 8. Расчеты дисперсионных характеристик битумной эмульсии (состав: битум – 53,3 %, вода – 43,5 %, модифицирующая добавка – 3,3 %, Redicod – 1,5 % от массы)



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. – 2-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та. 1960. – 356 с.
2. Геологический словарь. – М.: Недра, 1978. – 426 с.
3. Грехов П.И. Влияние модифицирующей добавки на укрывистость битумной эмульсии // Вестник Курганской ГСХА. – 2016. – № 1. – С. 56–58.
4. Грехов П.И. Влияние отходов техногенного происхождения на тиксотропные характеристики дорожных битумных эмульсий // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. – № 3(15). – С. 65–67.
5. Грехов П.И., Шкрабак В.С. Влияние модифицирующих добавок на экономические показатели асфальтобетона // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 65–68.
6. Грехов П.И., Шкрабак В.С. Асфальтобетонная смесь. Патент на изобретение №2579128. Заявка №2014111597. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 02 марта 2016.
7. Кайгородский А.И. Введение в физику. – М.: Наука, 1973. – 688 с.
8. Манило И.И., Усманов В.В. Проблемы и решения безопасного хранения уничтожения химического оружия Щучанского арсенала (вопросы и ответы) / под

общ. ред. И.И. Манило. – Курган: Экономика и реформы, 1998. – 72 с.

9. Намбандян В.Б. Структурная неорганическая химия: учеб. пособие. – Ростов н/Д., 2008. – 92 с.
10. Паспорт опасного отхода. Битумно-солевая масса (при уничтожении зарина) / ФБУ – войсковая часть 70655 (1207 объект по хранению и уничтожению химического оружия). 2012. – 8 с.
11. Шкловская М.П. Кристаллография. – М., 1984. – 391 с.

Грехов Павел Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология и организация строительного производства», Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева. Россия.

641300. Курганская обл., Кетовский р-он, с Лесниково.

Тел.: (35231) 4-48-81.

Шкрабак Владимир Степанович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

196601, г. Санкт-Петербург – Пушкин, Петербургское шоссе, 2.

Тел.: (812) 451-76-18.

Ключевые слова: битумная эмульсия; модифицирующая добавка; дисперсионные характеристики; укрывистость; расслаиваемость.

THE INFLUENCE OF THE MODIFYING ADDITIVES ON THE DISPERSION CHARACTERISTICS OF EMULSIFIED BITUMEN MATERIALS

Grehov Pavel Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technology and Organization of Building Production", Kurgan State Agricultural Academy. Russia.

Shkrabak Vladimir Stepanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Safety of Technological Processes and Production", Saint-Petersburg State Agrarian University. Russia.

Keywords: bituminous emulsion; modifying agent; dispersion characteristics; spreading rate; peelability.

The article discusses the impact of the dispersion of the distribution of the bitumen phase into bitumen emulsions

for road construction. The distribution of the bitumen droplets according to the size and quantity in the aquatic environment has a significant impact on the physical and performance properties. The dispersion curves of the graphs of droplets distribution according to the size and the percentage evaluating the impact of bitumen-salt mass and the emulsifier. It is proved the possibility of joint use of a standard emulsifier and the bitumen-salt mass. Optimal proportions of the components of the considered bitumen emulsions for use in road construction are determined.

УДК 631.363.25

ПЕРСПЕКТИВНАЯ СХЕМА МОЛОТКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

ЕЛИСЕЕВ Михаил Семенович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЕЛИСЕЕВ Иван Иванович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

РЫБАЛКИН Дмитрий Алексеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье представлено описание установки молоткового измельчителя, разработанной в целях проведения экспериментальных исследований.

06
2017



На основании проведенного анализа существующих конструкций молотковых дробилок был выявлен ряд недостатков, среди которых несоответствие конструктивно-режимных параметров физико-механическим свойствам исследуемых отходов (лузга подсолнечника, гречихи, проса), что ведет к снижению

производительности, а также значительному увеличению энергоемкости процесса.

Указанные недостатки были устранены в предложенной нами конструктивно-технологической схеме молоткового измельчителя за счет совершенствования технологического процесса,

позволяющего повысить эффективность процесса измельчения [1, 3].

С целью определения оптимальных конструктивно-режимных параметров работы молоткового измельчителя на кафедре «Механика и инженерная графика» Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова была изготовлена установка перспективной конструктивно-технологической схемы измельчителя.

Для определения наиболее эффективного способа подачи измельчаемого материала в дробильную камеру установка была изготовлена в двух вариантах: при продольной (рис. 1, а, см. обложку) и поперечной (рис. 1, б, см. обложку) подаче измельчаемого материала к рабочим органам.

Установка размещена на раме 1 и состоит из дробильной камеры 2 (рис. 2, см. обложку), загрузочного бункера 3, электродвигателя 4. В горловине загрузочного бункера смонтировано питающее устройство (рис. 3, см. обложку), привод которого осуществляется от электродвигателя 5 через редуктор 6 и подшипниковую опору 7, установленные на станине 8.

Установка выполнена с возможностью изменения частоты вращения вала питающего устройства и вала ротора измельчителя регуляторами, установленными на панели управления 9.

Дробильная камера включает в себя корпус 1, ротор 2 с шарнирно-подвешенными молотками 3 и решето 4. К торцевой стенке камеры прикреплен электродвигатель привода ротора.

Ротор (рис. 4, см. обложку) включает в себя два опорных диска 1, между которыми закреплены втулка привода 2 и оси подвеса 3 с экспериментальными молотками [2, 3].

Установка работает следующим образом. В загрузочный бункер 3 засыпается исходный материал, откуда посредством питающего устройства подается в рабочую камеру 2, где измельчается за счет удара шарнирно подвешенных молотков на роторе. Кроме разрушения от удара молотками частицы измельчаются при ударах о поверхность решета, а также в резуль-

тате взаимодействия друг с другом. Частицы, размер которых меньше диаметра отверстия решета, удаляются из дробильной камеры через выгрузное окно в накопительную емкость.

Изготовленная установка позволит провести экспериментальные исследования по определению оптимальных конструктивно-режимных параметров работы молоткового измельчителя, что в свою очередь даст возможность повысить эффективность процесса измельчения исследуемых отходов переработки (лузги подсолнечника, гречихи, проса).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 2615001 РФ, МПК В02С 13/00, В02С 13/28. Молотковый измельчитель отходов переработки бакалейной группы сельскохозяйственной продукции / Елисеев М.С., Загоруйко М.Г., Елисеев И.И., Рыбалкин Д.А.; заявитель и патентообладатель: СГАУ имени Н.И. Вавилова. – № 2016110300; опубл. 03.04.2017. Бюл. № 10. – 9 с.
2. Патент 166614 РФ, МПК В02С 13/28 Молоток дробилки / Елисеев М.С., Рыбалкин Д.А.; заявитель и патентообладатель: СГАУ имени Н.И. Вавилова. – № 2016110503/13; опубл. 10.12.2016. Бюл. № 34. – 2 с.
3. Разработка средств механизации по измельчению отходов переработки бакалейной группы сельскохозяйственной продукции / МС. Елисеев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 4. – С. 54–57.

Елисеев Михаил Семенович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Елисеев Иван Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Рыбалкин Дмитрий Алексеевич, аспирант кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-51.

Ключевые слова: перспективная схема; дробильная камера, питающее устройство, ротор измельчителя.

PERSPECTIVE SCHEME OF HAMMER MILL

Eliseev Mikhail Semenovitch, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Eliseev Ivan Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Rybalkin Dmitry Alexeyevich, Post-graduate Student of the chair "Mechanics and Engineering Graphics",

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: perspective scheme; beater chamber; feeder, rotor shredder.

The article describes the installation of a hammer shredder developed for the purpose of carrying out experimental studies.

