

Вестник БарГУ

Ежеквартальный научно-практический журнал

Издаётся с марта 2013 года
Выходит 2 раза в год

№ 1 (9), июнь, 2021

Серия «Технические науки»

Учредитель: учреждение образования
«Барановичский государственный университет».

Адрес редакции:
ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи.
Телефон: +375 (163) 64 34 77.
E-mail: vestnik@barsu.by .

Подписные индексы: 00993 — для индивидуальных
подписчиков; 009932 — для организаций.
Свидетельство о регистрации средств массовой
информации № 1533 от 30.07.2012, выданное
Министерством информации Республики Беларусь.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной
комиссии Республики Беларусь от 21 января 2015 г.
№ 16 научно-практический журнал «Вестник БарГУ»
серия «Технические науки» включён в Перечень
научных изданий Республики Беларусь для опублико-
вания результатов диссертационных исследований
по техническим наукам.

Научно-практический журнал «Вестник БарГУ»
включен в РИНЦ (Российский индекс научного
цитирования), лицензионный договор № 06-01/2016.

Выходит на русском и английском языках.
Распространяется на территории
Республики Беларусь.

Исполняющий обязанности заведующего
редакционно-издательской группой Н. Н. Колодко
Технический редактор Л. Н. Щербук
Компьютерная вёрстка С. М. Глушак
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 31.05.2021. Формат 60 × 84 1/8.
Бумага ксероксная. Печать цифровая.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 10,75. Уч.-изд. л. 6,60.
Тираж 100 экз. Заказ . Цена свободная.

Полиграфическое исполнение: Гродненское
областное унитарное полиграфическое предприятие
«Слонимская типография». Свидетельство
о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/203 от 07.03.2014, № 2 от 25.02.2014.
Адрес: ул. Хлюпина, 16, 231800 г. Слоним,
Гродненская обл.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кочурко В. И. (*гл. ред. журн.*), доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик Белорусской инженерной академии, академик Международной
академии технического образования, академик Международной академии наук
педагогического образования, академик Академии экономических наук Украины,
ректор учреждения образования «Барановичский государственный университет»
(Барановичи, Республика Беларусь).

Климук В. В. (*зам. гл. ред. журн.*), кандидат экономических наук, доцент,
проректор по научной работе учреждения образования «Барановичский
государственный университет» (Барановичи, Республика Беларусь).

Алифанов А. В. (*гл. ред. сер.*), лауреат Государственной премии Республики
Беларусь в области науки и техники, доктор технических наук, профессор
(Барановичи, Республика Беларусь); Горбач Ю. Е. (*отв. секретарь сер.*)
(Барановичи, Республика Беларусь).

Леон О. В. (*ред. текстов на англ. яз.*), кандидат филологических наук
(Барановичи, Республика Беларусь).

Богданович И. А. (*отв. за направление «Машиностроение и машиноведение»*),
кандидат технических наук, доцент (Барановичи, Республика Беларусь);
Дубень И. В. (*отв. за направление «Процессы и машины агроинженерных
систем»*), кандидат технических наук (Барановичи, Республика Беларусь).

Анискович Г. И., кандидат технических наук, доцент (Минск, Республика
Беларусь); Белый А. В., член-корреспондент Национальной академии наук
Беларуси, доктор технических наук, профессор (Минск, Республика Бела-
русь); Гавриленя А. К., кандидат технических наук, доцент (Барановичи,
Республика Беларусь); Девойно О. Г., доктор технических наук, профессор
(Минск, Республика Беларусь); Дремук В. А., кандидат технических наук
(Барановичи, Республика Беларусь); Ивашко В. С., доктор технических наук,
профессор (Минск, Республика Беларусь); Калугин Ю. К., кандидат
технических наук, доцент (Гродно, Республика Беларусь); Карташевич А. Н.,
доктор технических наук, профессор (Горки, Республика Беларусь);
Клочков А. В., доктор технических наук, профессор (Горки, Республика
Беларусь); Клубович В. В., доктор технических наук, академик
Национальной академии наук Беларуси, профессор (Минск, Республика
Беларусь); Сиваченко Л. А., доктор технических наук, профессор (Могилев,
Республика Беларусь); Томило В. А., доктор технических наук, профессор
(Минск, Республика Беларусь); Шелег В. К., член-корреспондент
Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук,
профессор (Минск, Республика Беларусь).

BarSU Herald

A quarterly scientific and practical journal

Published since March 2013
It is published 2 times a year

1 (9), March, 2021

Engineering Series

Promoter: educational institution "Baranovichy State University".

Editorial address:
21 Voykova Str., 225404 Baranovichy.
Phone: +375 (163) 45 46 28.
E-mail: vestnik@barsu.by .

Subscription indices: 00993 — for individual subscribers;
009932 — for companies.
The certificate of the registration of mass media № 1533
of 30.07.2012 issued by the Ministry of Information
of Belarus.

In compliance with the order of the Higher Attestation
Commission of the Republic of Belarus from January 21,
2015 № 16 the scientific and practical journal "BarSU
Herald. Engineering Series" is included into the List of
scientific publications of the Republic of Belarus for
publishing the results of theses research on engineering
sciences (mechanical engineering and machines,
processes and machines of agroengineering systems).

Scientific-and-practical journal "BarSU Herald"
is included into RSCI (Russian Science Citation Index),
license agreement № 06-01/2016.

Issued in Russian and English. The journal is distributed
on the territory of the Republic of Belarus.

Interim managing editor N. N. Kolodko
Technical editor L. N. Scherbuk
Desktop Publishing S. M. Glushak
Proofreader N. N. Kolodko

Signed print 31.05.2021. Format 60 × 84 1/8. Paper xerox.
Digital printing. Headset Times. Conv. pr. s. l. 10,75.
Acc.-pub. s. l. 6,60. Circulation of 100 copies.
Order Free price.

Printing performance: Grodno Regional Printing Unitary
Enterprise "Slonim printing establishment". The state
registration certificate of the publisher, manufacturer and
publications distributor № 1/203 of 07.03.2014, № 2
of 25.02.2014. Address: 16 Hlyupin St., 231800 Slonim,
Grodno region.

EDITORIAL BOARD

Kochurko V. I. (*Editor-in-Chief*), Doctor of Agriculture, Professor, Member of the Belarusian Academy of Engineering, Member of the International Academy of Technical Education, Member of the International Academy of Pedagogical Education, Member of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Distinguished educator of the Republic of Belarus (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Klimuk V. V. (*Deputy Editor-in-Chief*), Ph. D. in Economic Sciences, Associate Professor, (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Alifanov A. V. (*Executive Editor of the Issue*), State-Prize Winner of the Republic of Belarus in Science and Technology, Doctor of Technical Sciences, Professor (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Leon O. V., Ph. D in Philological Science (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Bogdanovich I. A. (*in charge of the heading "Machine Building and Engineering Science"*), Ph. D of Technical Science, Associate Professor (Baranovichy, the Republic of Belarus); Duben I. V. (*in charge of the heading "Processes and Machines of Agro-engineering Systems"*), Ph. D. in Technical Sciences (Baranovichy, the Republic of Belarus).

Aniskovich G. I., Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Belarusian State Agrarian Technical University (Minsk, the Republic of Belarus); Bely A. V., A. M. of the National Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Gavrilena A. K., Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor (Baranovichy, the Republic of Belarus); Devoino O. G., Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Dremuk V. A., Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor (Baranovichy, the Republic of Belarus); Ivashko V. S., Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Kalugin Y. K., Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor (Grodno, the Republic of Belarus); Kartashevich A. N., Doctor of Technical Sciences, Professor (Gorki, the Republic of Belarus); Klochkov A. V., Doctor of Technical Sciences, Professor (Gorki, the Republic of Belarus); Klubovich V. V., Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Sivachenko L. A., Doctor of Technical Sciences, Professor (Mogilev, the Republic of Belarus); Tomilo V. A., Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus); Sheleh V. K., A. M. of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor (Minsk, the Republic of Belarus).

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Дударев В. А., Михальков А. Д., Михальков В. С., Сиваченко Л. А.** Исследование работы вертикальной вибрационной мельницы для измельчения строительных материалов
- Клочков А. В., Емельяненко А. А., Федосов К. С.** Параметры индукции при объемном расположении магнитов
- Милюкова А. М., Матяс А. Н., Лях А. А., Горчанин А. И., Толкачева О. А., Хан Цзинь.** Исследование физико-механических свойств титанового сплава после магнитно-импульсной обработки
- Попок Н. Н., Портянко С. А., Тихон Е. М., Анисимов В. С.** Моделирование и регулирование стружкообразования и потоков смазочно-охлаждающей технологической среды при фрезеровании
- Потапов В. А., Сиваченко Л. А., Дремук В. А.** Исследование влияния режимов работы цепного агрегата на показатели процесса измельчения мела в технологии производства извести
- Романчук И. А., Голубев В. С., Веера И. И.** Особенности формирования упрочняющих покрытий при комплексной лазерной и плазменно-порошковой наплавке

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

- Бурдейко В. А., Ловкис В. Б.** Расчет щеток машины для сбора колорадского жука
- Зяц П. В., Казакевич П. П.** Результаты экспериментальных исследований машины для сбора колорадского жука
- Пивоварчик А. А., Гавриленя А. К., Заболотный О. Д.** Исследование вязкостно-температурных показателей полусинтетических моторных масел, используемых в бензиновых двигателях механических транспортных средств
- Пивоварчик А. А., Гавриленя А. К., Заболотный О. Д.** Исследование эксплуатационных показателей полусинтетических моторных масел марки SAE 10W40, используемых в бензиновых двигателях

MACHINE BUILDING AND ENGINEERING SCIENCE

- 4 Dudarev V. A., Mikhalkov A. D., Mikhalkov V. S., Sivachenko L. A.** Investigation of the operation of a vertical vibration mill for grinding building materials
- 10 Klochkov A. V., Emelianenko A. A., Fedosov K. S.** Induction parameters by the three-dimensional arrangement of magnets
- 18 Milyukova A. M., Matyas A. N., Liakh A. A., Gorchanin A. I., Tolkacheva O. A., Han Jin.** Improvement of physical and mechanical properties of titanium alloy by magnetic-pulse treatment
- 27 Popok N. N., Partsianka S. A., Tikhon E. M., Anisimov V. S.** Modeling and regulation of chip formation and flows of the lubricating and cooling process medium during milling
- 37 Potapov V. A., Sivachenko L. A., Dremuk V. A.** Research of the influence of the operating modes of the chain unit on the indicators of the process of grinding chalk in the technology of lime production
- 44 Romanchuk I. A., Golubev V. S., Vegera I. I.** Features of forming of consolidating coverages at complex laser and plasma-powder surfacing

PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEERING SYSTEMS

- 53 Burdejko V. A., Lovkis V. B.** Calculation of the brushes of the colorado beetle harvesting machine
- 59 Zayats P. V., Kazakevich P. P.** Results of experimental studies colorado beetle harvesting machines
- 70 Pivovarchik A. A., Gavrilenia A. K., Zabolotny O. D.** Study of viscosity-temperature indices of semi-synthetic engine oils used in gasoline engines of power-driven vehicles
- 77 Pivovarchik A. A., Gavrilenia A. K., Zabolotny O. D.** Performance study of semi-synthetic SAE 10W40 engine oils used in gasoline engines

УДК 621.926

В. А. Потапов¹, Л. А. Сиваченко², В. А. Дремук¹

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Войкова, 21, 225404 Барановичи, Республика Беларусь, +375 (29) 225 76 26, vladimir-potapov-1990@mail.ru

²Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», Министерство образования Республики Беларусь, пр-т Мира, 43, 212000 Могилев, Республика Беларусь, +375 (44) 792 86 83, 228011@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЦЕПНОГО АГРЕГАТА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЕЛА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗВЕСТИ

Проведен анализ возможности применения цепного агрегата при производстве извести «сухим» способом, в частности, рассмотрен вариант его применения при первичной переработке мела. Изготовлена экспериментальная установка цепного агрегата с волновой рабочей камерой и требуемым размером просеивающих отверстий цепного полотна. Проведены экспериментальные исследования и получены зависимости степени измельчения и потребляемой мощности при различных значениях амплитуды и частоты колебаний толкающей штанги, а также определена величина выхода фракции 5...25 мм.

Ключевые слова: известь; цепной агрегат; волновая камера; степень измельчения; мел; переработка.
Рис. 5. Табл. 2. Библиогр.: 12 назв.

V. A. Potapov¹, L. A. Sivachenko², V. A. Dremuk¹

¹Baranovichi State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 21 Voikova Str., 225404 Baranovichi, the Republic of Belarus, +375 (29) 225 76 26, vladimir-potapov-1990@mail.ru

²Belarusian-Russian University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 43 Mira Ave., 212000 Moguilev, the Republic of Belarus, +375 (44) 792 86 83, 228011@mail.ru

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE OPERATING MODES OF THE CHAIN UNIT ON THE INDICATORS OF THE PROCESS OF GRINDING CHALK IN THE TECHNOLOGY OF LIME PRODUCTION

The analysis of the possibility of using a chain unit in the production of lime by the “dry” method is carried out, in particular, the option of its use in the primary processing of chalk is considered. An experimental installation of a chain unit with a wave working chamber, with the required size of the screening holes of the chain blade, has been made. Experimental studies were carried out and the dependences of the degree of grinding and power consumption were obtained at various values of the amplitude and frequency of oscillations of the pushing rod, and also the value of the yield of the fraction 5...25 mm.

Key words: lime; chain unit; wave camera; grinding degree; chalk; processing.
Fig. 5. Table 2. Ref.: 12 titles.

Введение. Производство извести в Республики Беларусь осуществляется на ряде крупных предприятий и обусловлено её широким применением в строительной отрасли (при производстве строительных растворов и силикатных изделий), в химической промышленности (производство кальцинированной соды, хлорной извести, синтетического каучука), пищевой (при очистке сока сахарной свеклы) и в ряде других отраслей.

Сырьевым материалом для её производства является мел, который соответствующим образом подготавливают и обжигают во вращающихся печах. Согласно статистическим дан-

ным, производство извести за последние 3 года приблизительно находится на одном уровне, например, в 2019 году составляло 463,9 тыс. т [1]. Мел обжигают во вращающихся печах «сухим» и «мокрым» способами. Одним из основных недостатков «мокрого» способа является высокая энергоёмкость процесса, достигающая 310...320 кг условного топлива на тонну производимой извести [2; 3]. Наиболее перспективным является способ производства извести «сухим» способом, который позволяет сократить расход условного топлива до 240 кг на тонну производимой извести и, таким образом, делает его наиболее перспективным с точки зрения энергоэффективности.

Материалы и методы исследования. Мел относится к карбонатным породам и является разновидностью известняка. Карбонатные породы при увлажнении заметно снижают свою прочность. Предел прочности мела при сжатии изменяется в пределах 1,0...4,5 МПа для чистых разновидностей мела [4; 5]. При увлажнении прочность мела начинает снижаться уже при влажности 1...2 %, а при влажности 25...30 % прочность на сжатие снижается в 2...3 раза, при этом появляются пластические свойства [5]. Среднегодовая карьерная влажность добываемого мела находится на уровне 25...26 %, а в отдельные периоды достигает 33...35 %. Таким образом, первичная переработка мела сопряжена со следующими особенностями: анизотропность, высокая адгезия, также характерна размерная неопределенность и наличие посторонних включений.

Рассмотрев физико-механические свойства мела, необходимо подобрать предпочтительный способ силового воздействия на материал. Мел изменяет свои свойства от хрупкого до вязкого состояния и относится к материалу малой прочности, предпочтительным способом воздействия на такой материал является удар, истирание и раскалывания. Сочетание данных способов силового воздействия приведет к снижению энергозатрат процесса измельчения [6].

После первичной переработки мел поступает на обжиг во вращающуюся печь. При обжиге скорость процесса диссоциации CaCO_3 зависит не только от температуры, но и от размеров кусков мела [3]. На основании исследований, представленных в работах [3; 7], установлено, что мел, поступающий на обжиг в длинные вращающиеся печи, должен иметь размер фракции 5...25 мм, что позволит получить известь с относительно высокой активностью от 75 до 88 %. Размер фракции мела в диапазоне 0...5 мм и более 25 мм снижает активность извести.

Эксплуатация используемого в технологиях первичной переработки влажного карьерного мела оборудования, в частности, валковых дробилок, зубчатых, молотковых или фрезерных измельчителей, характеризуется большими производственными издержками и низким качеством получаемого продукта. Это обусловлено в первую очередь изменчивостью физико-механических свойств мела, особенно реологических, и наличием каменистых включений, что вызывает необходимость создания принципиально новых видов оборудования, способных производить комплексную переработку такого материала адаптивными методами с максимальной эффективностью и минимальным набором технологических агрегатов.

Технической гипотезой данной работы следует считать выполнение рабочего оборудования из двух совмещенных адаптивных механизмов, каждый из которых решает свои задачи. Первый — толкающая штанга — обеспечивает интенсивное разрушение исходного материала, второй — цепное полотно — осуществляет подачу материала в зоны разрушения и одновременное просеивание измельченного до требуемой фракции продукта.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведен анализ исходного фракционного состава мела, поступившего из карьера на линию производства извести «сухим» способом в ОАО «Красносельскстройматериалы», без учета посторонних включений.

Установлено, что размер фракции мела в диапазоне от 0 до 5 мм в среднем составляет 20 %, размер фракции от 5 до 25 мм составляет в среднем 30 %, материал с размером фракции от 25 мм и более в среднем составляет 50 % от общей массы.

На основании проведенного анализа исходного фракционного состава можно сделать вывод, что необходим такой агрегат для первичной переработки, который бы практически не воздействовал на материал с исходной фракцией от 0 до 25 мм и эффективно измельчал материал крупностью более 25 мм.

Ввиду особенностей свойств сырья и процесса измельчения мела, а также анализа работы рабочего оборудования, представленных в работах [8—12], спроектирован и изготовлен экспериментальный образец цепного агрегата с волновой рабочей камерой, схема которого представлена на рисунке 1, на рисунке 2 представлен общий вид цепного агрегата.

Работа цепного агрегата происходит следующим образом (см. рисунок 1). Шатун 7, совершая плоскопараллельное движение, приводит в действие маятниковые рычаги 3 (второй на рисунке 1 не показан), на котором жестко закреплена толкающая штанга 4, при этом движение сообщается цепным полотнам 6 и гибким стенкам 5. Таким образом, всё рабочее оборудование совершает вынужденные колебания с определенной частотой и амплитудой, величины которых можно изменять в определенном диапазоне.

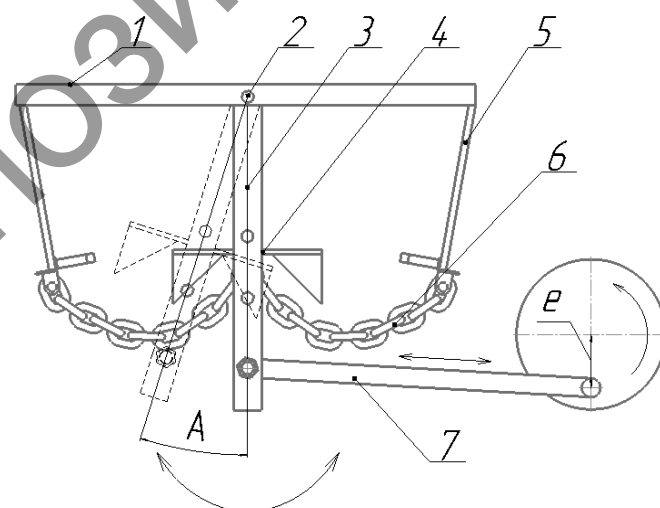
Техническая характеристика цепного агрегата с волновой рабочей камерой представлена в таблице 1.

Эксперименты проводились на материале влажностью 21...26 %. Варьируемые параметры — амплитуда и частота колебаний толкающей штанги.

В целях оценки процесса измельчения мела амплитуда толкающей штанги была принята в двух крайних диапазонах — 15,0 и 37,5 мм. Частота колебаний толкающей штанги — в диапазоне от 5 до 10 Гц, с шагом варьирования — 1,66 Гц.

Оценка влияния режимов работы на процесс оценивалась по двум показателям: степень измельчения и потребляемая мощность.

Исходный фракционный состав мела при проведении экспериментов представлен в таблице 2. Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 3.



1 — рама; 2 — ось подвеса; 3 — маятниковый рычаг; 4 — толкающая штанга; 5 — гибкая стенка; 6 — цепное полотно; 7 — шатун; А — амплитуда; е — эксцентриситет

Рисунок 1. — Схема рабочего оборудования цепного агрегата с волновой рабочей камерой



Рисунок 2. — Общий вид экспериментального цепного агрегата с волновой рабочей камерой

Т а б л и ц а 1. — Техническая характеристика цепного агрегата с волновой рабочей камерой

Наименование параметра	Значение
Размеры приемного отверстия в плане, мм	450 × 350
Объем рабочей камеры, м ³	0,046
Мощность приводного электродвигателя, кВт	1,1
Частота колебаний толкающей штанги, Гц	0...10
Амплитуда колебаний толкающей штанги, мм	15 / 22,5 / 30 / 37,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	575
ширина	500
высота	640
Масса агрегата, кг	45

Т а б л и ц а 2. — Исходный фракционный состав мела

Материал	Весовое содержание фракций, %			
	0...5*	5...10*	10...25*	25...100*
Мел	20	10	20	50

Примечание. * — размер частиц, мм.

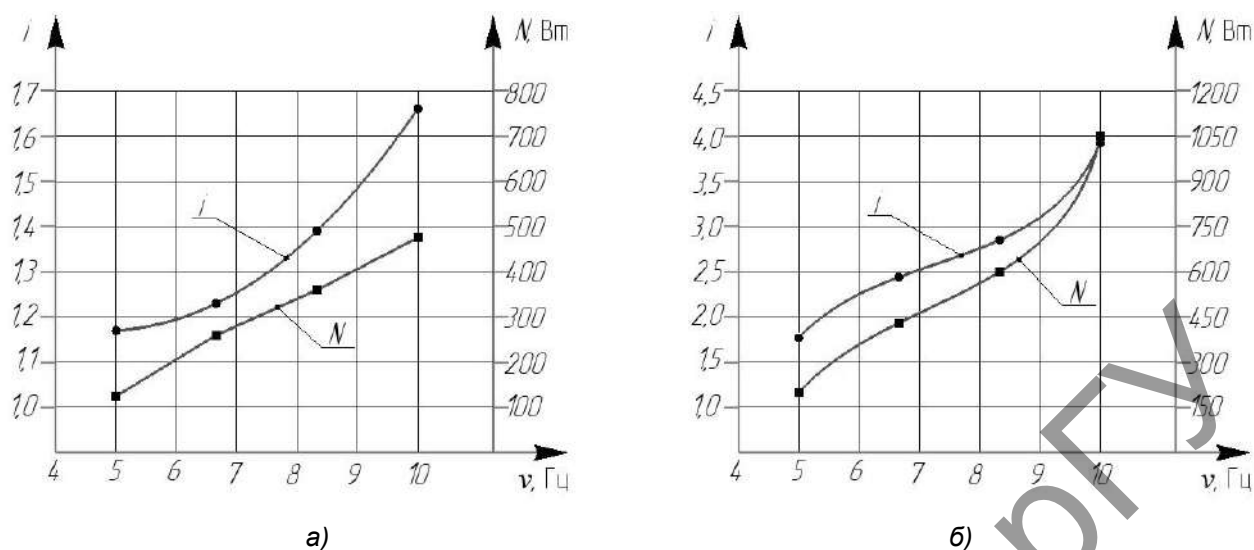
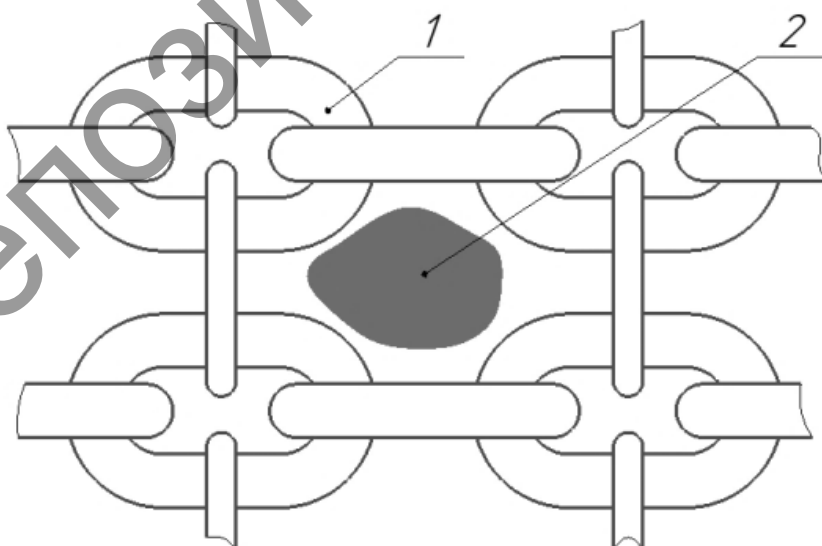


Рисунок 3. — Влияние частоты и амплитуды колебаний толкающей штанги на степень измельчения i и потребляемую мощность N : амплитуда толкающей штанги 15 мм (а); амплитуда толкающей штанги 37,5 мм (б)

При проведении экспериментов установлено, что основное влияние на процесс разрушения кусков мела оказывают амплитуда и частота колебаний толкающей штанги 4 (см. рисунок 1), о чем говорит качественный показатель процесса — степень измельчения. Цепное полотно б (см. рисунок 1) изготовлено таким образом, чтобы размер просеивающих отверстий позволял отсеивать фракцию в диапазоне от 0 до 25 мм. Схема прохождения материала через просеивающее отверстие цепного полотна представлена на рисунке 4, а общий вид цепного полотна — на рисунке 5.



1 — звено цепи; 2 — материал

Рисунок 4. — Схема прохождения материала через просеивающее отверстие цепного полотна



Рисунок 5. — Общий вид цепного полотна

Повышение степени измельчения и потребляемой мощности обусловлено возникающими силами инерции рабочих органов и интенсивностью взаимодействия рабочих органов с частицей измельчаемого материала.

Изменение величины амплитуды колебаний толкающей штанги с точки зрения энергоэффективности процесса является более предпочтительным (см. рисунок 3): с увеличением амплитуды колебаний толкающей штанги с 15 до 37,5 мм потребляемая мощность возрастает на 60...120 %.

При исходном фракционном составе (см. таблицу 2) и среднезвешенном размере фракции 38 мм теоретическое значение степени измельчения должно находиться в пределах от 1,5 до 7,5, что позволит получить преобладающий размер кускового материала в диапазоне от 5 до 25 мм. Проведенные исследования позволили установить, что действительное значение степени измельчения должно находиться в диапазоне от 2,5 до 3. При такой степени измельчения достигнут выход фракции в диапазоне 5...25 мм 55...60 % от общей массы переработанного материала. Увеличение и уменьшение величины степени измельчения приведут к повышению количества переизмельченной фракции 0...5 мм.

Заключение. Научный результат проведенных исследований заключается в установлении зависимостей влияния амплитуды и частоты колебаний толкающей штанги на степень измельчения и потребляемую мощность. Установлено, что оптимальная величина степени измельчения для мела при исходном фракционном составе составляет 2,5...3. Выход фракции 5...25 мм при данной степени измельчения находится в пределах от 55 до 60 % от общей массы переработанного материала, что является максимальным значением.

Практическая значимость выполненных исследований заключается в создании конструкции универсального агрегата, способного эффективно измельчать и классифицировать перерабатываемый материал, а при соответствующей доработке осуществлять камнеудаление и первичную сушку.

Список цитируемых источников

1. Промышленность Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. — Минск, 2020. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/aeb/aeb02f77163a24af4b9cfe2dd576b29d.pdf>. — Дата доступа: 30.03.2021.

2. Кузьменков, М. И. Химическая технология вяжущих веществ / М. И. Кузьменков, О. Е. Хотянович. — Минск : БГТУ, 2008. — 263 с.

3. Совершенствование технологии производства строительной извести из переувлажненного сырья / В. Л. Максименко [и др.] // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов : материалы Междунар. науч.-техн. конф., 18—20 нояб. 2015 г. — Минск : БГТУ, 2015. — С. 66—69.

4. Назарова, В. В. Интенсификация процесса производства тонкодисперсного мела для композиционных материалов : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.11 / В. В. Назарова. — М., 2012. — 127 л.

5. Ермолович, Е. А. Исследование влияние вещественного состава на физико-механические характеристики мела / Е. А. Ермолович, А. В. Овчинников // Изв. Тул. гос. ун-та. Науки о Земле. — 2019. — № 1. — С. 275—285.

6. Сиденко, П. Л. Измельчение в химической промышленности / П. Л. Сиденко. — М. : Химия, 1968. — 382 с.

7. Монастырев, А. В. Пути снижения расхода топлива при обжиге мела с получением извести в длинных вращающихся печах / А. В. Монастырев // Строит. материалы. — 2010. — № 9. — С. 9—15.

8. Интенсификация технологических процессов в аппаратах адаптивного действия : коллектив. монография / Л. А. Сиваченко [и др.] ; под науч. ред. Л. А. Сиваченко ; М-во образования Респ. Беларусь, Баранович. гос. ун-т. — Барановичи : БарГУ, 2020. — 359 с.

9. Потапов, В. А. Цепной агрегат с волновой рабочей камерой и адаптивным механизмом силового воздействия для переработки влажных сырьевых материалов / В. А. Потапов, Л. А. Сиваченко // Вестн. БарГУ. Сер. «Технические науки». — 2020. — Вып. 8. — С. 98—105.

10. Потапов, В. А. Рабочее оборудование цепного агрегата для переработки сложных и неоднородных материалов / В. А. Потапов, Л. А. Сиваченко, М. С. Кузьменкова // Энерго- и ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительных отраслях : материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2019. — С. 174—181.

11. Сиваченко, Л. А. Использование цепного агрегата в технологии производства извести / Л. А. Сиваченко, В. А. Потапов // Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях : материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2020. — С. 366—369.

12. Потапов, В. А. Энергосберегающая технология производства извести / В. А. Потапов, А. Н. Хустенко // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Могилев : БРУ, 2021. — С. 193—194.

Поступила в редакцию 03.05.2021.