

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**



**МАТЕРІАЛИ
І ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ
КОМПЛЕКСІ»
ЗА ПІДСУМКАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 2020 РОКУ**



Мелітополь 2020

Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали I Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-30 вересня 2020 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - 93 с.

У збірнику представлені матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції за підсумками наукових досліджень 2020 року.

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: Кюрчев В.М., д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; Надикто В.Т., д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності ТДАТУ; Пеньов О.В. – к.т.н., доц., завідувач кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Посвятенко Е.К. – д.т.н., проф., кафедри "Виробництва, ремонту та матеріалознавства" НТУ; Сушко О.В. – к.т.н., доц. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Черкун В.В. – к.т.н., доц. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Колодій О.С. – к.т.н., ст. викл. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Бакарджиев Р.О.– к.т.н., доц. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Чернишова Л.М. – к.т.н., доц. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Мирненко Ю.П. – ст. викл. кафедри “ТКМ” ТДАТУ; Парахін О.О. – асистент кафедри “ТКМ” ТДАТУ.

Адреси для листування:

72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/tkm/internet-konferencija/>

© Автори тез, включені до збірника, 2020

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020

ЗМІСТ

1. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ВЫРУБНЫХ ШТАМПОВ	5
Мирненко Ю.П., Бакарджиев Р.А., к.т.н	5
2. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЯХ 8	
Мирненко Ю.П., Бакарджиев Р.А., к.т.н	8
3. АНАЛІЗ ПРИЧИН БРАКУ КОВАЛЬСЬКИХ ЗЛИВКІВ ТА ПОКОВОК	11
Чернишова Л. М., к.т.н.....	11
4. ПІДВИЩЕННЯ ТРЩИНОСТІЙКОСТІ КОВАЛЬСЬКИХ ЗЛИВКІВ	13
Чернишова Л. М., к.т.н.....	13
5. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ БІОМАСИ.....	16
Данюк К.О., магістр, Болтянська Н.І., к.т.н	16
6. ANALYSIS OF THE POSITIVE ASPECTS OF THE PRESS TECHNOLOGY - FEED GRANULATION 21	
Boltianska N., c.t.s. Komar A., engineer	21
7. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	25
Попов. Б.Ю., магістр, Болтянська Н.І., к.т.н	25
8. РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧИХ РОБІТ ПРИ ПОТОЧНОМУ РЕМОНТІ ДИЗЕЛІВ ЗМІННИМИ КОМПЛЕКТАМИ.....	29
Іванов Я.Р., бакалавр, Сушко О.В., к.т.н	29
9. ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ІОННИМ АЗОТУВАННЯМ.....	32
Сушко О.В., к.т.н.,	32
10.ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИНИШНОЙ АНТИФРИКЦИОННОЙ БЕЗАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ.....	35
Шепеленко И.В., к.т.н., еркун В.В., к.т.н., Гуцул В.И., к.т.н	35
11.ПРИРОДНИЙ ГАЗ ЯК ПАЛИВО ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ 39	
Кухаренко П.М., к. т. н.....	39
12.АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ЗРІЗАНИХ ГЛОК ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ	42
Паньков Р.О., аспірант	42
13. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПЕРЕРОБКИ ГНОЮ ТВАРИН ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ	46
Асадян Д.С., бакалавр, Скляр О.Г., к.т.н.....	46
14. АВТОТЕРМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ КАРБОНІЗАЦІЇ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ	50
Гера А.М., бакалавр, Скляр Р.В., к.т.н.....	50
15.ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ, НАНЕСЕННОЙ НА ОБРАБАТЫВАЕМУЮ ПОВЕРХНОСТЬ НА ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ	53
Бурдин В.М., магистр, Колодий А.С., к.т.н.....	53
16. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ	55
Азаров С.О., бакалавр, Колодий А.С., к.т.н	55
17. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕОРИЙ ПРОЦЕССА СТРУЖКООБРАЗОВАНИЕ	60
Азаров С.О., бакалавр, Колодий А.С., к.т.н.....	60
18.DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF THE INJECTOR-SLOT MILK HOMOGENIZER OF MILK WITH SEPARATE GIVING OF CREAM	63
А.Кovalyov	63
19. ПЕРСПЕКТИВЫ СТРУЙНО–ЩЕЛЕВОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА	66
Ковалев А.А.....	66
20.ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ СТРУМИННО–ЩІЛИННОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА З РОЗДІЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ ВЕРШКІВ	70
Кузьмін К. С., бакалавр, Ковальов О.О... ..	70
21.СИЛИ, ЯКІ ОБУМОВЛЮЮТЬ ПОДРІБНЕННЯ ЖИРОВОЇ КУЛЬКИ В СТРУМИННО– ЩІЛИННОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ МОЛОКА.....	73
Кузьмін К. С., бакалавр, Ковальов О.О	73
22. ВИКОРИСТАННЯ ІКОРИСТАННЯ 3D ПРИНТЕРІВ У МАШИНОБУДУВАННІ.....	77
Бурдін В.М., магистр, Пеньов О.В., к.т.н.....	
23.ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ЗАСТОСУВАННЯМ ПОКРИТТІВ ДИСКРЕТНОЇ СТРУКТУРИ	

Посвятенко Е.К., д.т.н., Сушко О.В., к.т.н	79
24.ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУЙНОГО ДИСПЕРГАТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЭМУЛЬСИЙ.....	82
Ковалев А. А, Лебідь М. Р.	82
25.ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СТРУМИННО-ЩІЛИННОГО ДИСПЕРГАТОРА МОЛОЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ.....	87
Ковальов О. О., Пачко К. Г.	87
26.ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТУ ПРИ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ ДИСПЕРГАТОРІ МОЛОКА	91
Ковальов О. О., Фурдак Т. В.	91

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ВЫРУБНЫХ ШТАМПОВ

Мирненко Ю.П., ст. преподаватель, ТДАТУ, г. Мелитополь, Украина

Бакарджиев Р.А., к.т.н., ТДАТУ, г. Мелитополь, Украина

Постановка проблемы. Повышение стойкости элементов штампов является весьма важной задачей. Путь ее решения – изготовление рабочих элементов штампов из более прочных и износостойких материалов, чем обычные инструментальные стали. Поэтому задача повышения стойкости штамповочного.

Основная часть. Существенное влияние на протекание процесса разделительных операций и, в том числе, на сопротивление вырубке τ_0 оказывает величина зазора z . Опытным путем установлено, что наименьшее значение τ_0 получается при некоторых средних зазорах для каждого материала и толщины s (5-16% для $s = 1...10-12$ мм). При малых зазорах ($z < 5\%$ от s) и достаточно больших зазорах ($z > 20-30\%$ от s) сопротивление вырубке τ_0 и общее усилие вырубki становятся большими, чем при оптимальных значениях зазора. Объясняется это тем, что помимо касательных напряжений появляются дополнительные напряжения от трения (по $z < 5\%$ от s) и изгиба (при $z > 20-30\%$ от s), вследствие чего общее сопротивление вырубке, определяемое по приведенному напряжению увеличивается на 15-20%. Отсюда становится очевидной выгодность работы при нормальных (оптимальных) зазорах [1].

Зазор, при котором сопротивление и усилие вырубki принимают минимальные значения, называют оптимальным или нормальным. Для каждого материала и толщины существуют свои оптимальные величины зазоров.

Опытные кривые зависимости усилия вырубki от величины зазора, полученные при вырубке деталей из стали, приведены на рис. 1.

Наиболее прогрессивными способами повышения стойкости вырубных штампов для деталей машин толщиной 3-5 мм на предприятиях машиностроения являются: наплавка штампов и их изготовление из твердых

СПЛАВОВ.

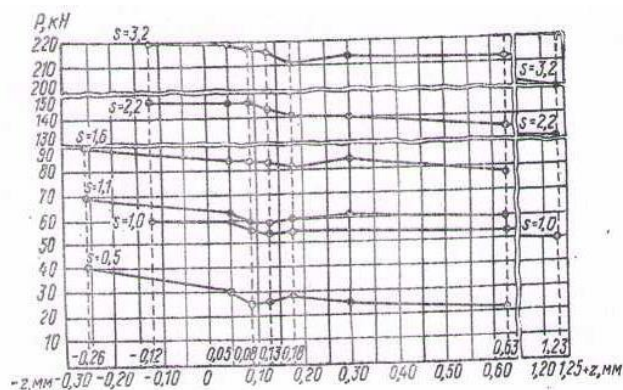


Рис. 1. Кривые зависимости усилия вырубки от величины зазора. Материал – сталь; матрица с цилиндрическим пояском; $D_k = 60$ мм; $h = 4$ мм

Большинство исследователей считают предпочтительным применение ручной электродуговой наплавки на сварочных полуавтоматах электродами с легированием наплавляемого слоя за счет их обмазки. Нами было изучено путем опытных наплавки и металловедческого анализа большое число наплавки, выполненных электродами разных классов. Лучшие результаты дали электроды марки ЭН-60М (типа ЭН-60Х2СМ) и ЭН-Х2ГСВ2Ф [2]. Объектами испытаний являлись пуансоны-шестигранники для пробивки головок торцовых ключей 22 мм. Сравнительные испытания опытных пуансонов дали результаты, приведенные в табл. I.

Таблица 1 – Результаты испытаний пуансонов-шестигранников

Вид пуансона	Серийные из стали V8	Наплавляемые (на сталь 45)	
		ЭН-60Х2СМ	ЭН-Х2ГСВ2Ф
Среднее количество пробитых головок ключей,	1,05	3,0	6,0
Соотношение стойкости, %	100	286	572

Как видно из данных, приведенных в таблице, оба вида наплавки дают существенный эффект, при этом электроды НИИПТМ в 1,5-2 раза эффективнее электродов МОСЗ.

Применение штампов из твердых сплавов дает повышение их стойкости по сравнению с обычными в 40-80 раз. Наиболее пригодны для армирования штампов однокарбидные вольфрамо-кобальтовые сплавы, так как у них

показатели прочности при изгибе и ударной вязкости более высокие, чем у двухкарбидных титано-вольфрамо-кобальтовых сплавов.

Выбор марок сплавов зависит от условий работы [3]. Для рубки толстолистовой стали наиболее пригодны высококобальтовые сплавы марок ВК20, ВК25, ВК30. По опыту Института сверхтвердых материалов для рубки стали толщиной 4 мм следует применять сплавы типа ВК20 или ВК20М. Они обладают высокой твердостью 84 – 86 НРА, достаточной ударной вязкостью ($a_k = 0,45 - 0,55 \text{ кГм/см}^2$), высокими пределами прочности при сжатии ($\sigma_{сж} = 320 - 360 \text{ кГ/мм}^2$) и при изгибе ($\sigma_{изг} = 175 - 225 \text{ кГ/мм}^2$).

Значительные технологические трудности возникают при обработке твердосплавных деталей штампов. По рекомендации ВНИИ тугоплавких металлов и твердых сплавов лучшим является метод электроискровой обработки, позволяющий в сочетании со шлифовкой алмазными кругами получать необходимую форму и качество поверхности твердосплавных элементов штампов. Проведенные испытания штампа с твердосплавными элементами из сплава ВК20М для пробивки планки показали его полную работоспособность и возможность эксплуатации твердосплавных штампов для толстолистовой штамповки деталей, исключая пробивку небольших отверстий сложной конфигурации. Штамп передан в эксплуатацию.

Выводы. В статье описаны методы изготовления и испытания вырубных штампов, а также рекомендации по их конструированию и эксплуатации.

Список литературы.

1. Волосатов В.А. Безотходная и малоотходная штамповка листовых деталей, изд. 2-е, исправ. и доп. Л.: Машгиз, 1989. 151 с.

2. Нефедов А.П. Конструирование и изготовление штампов. М.: Машиностроение, 2003, 408 с.

3. Артюхов и др. Изготовление твердосплавных матриц многопуансонных штампов одновременной прошивки. «Технология и организация производства», 1969, № 6.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СВЕРЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЯХ

Мирненко Ю.П., ст. преподаватель, ТДАТУ, г. Мелитополь, Украина

Бакарджиев Р.А., к.т.н., ТДАТУ, г. Мелитополь, Украина

Постановка проблемы. Сверление отверстий в тонкостенных плоских деталях представляет значительные трудности. Нередко сверление сопровождается скручиванием, выкрашиванием материала детали изгибом и поломкой сверл. Поэтому был проведен анализ ряда конструкций приспособлений и технологических приемов, которые могли бы обеспечить качественное изготовление деталей плоской, цилиндрической и трубчатой форм.

Основная часть. В условиях единичного производства, при изготовлении плоских цилиндрических шайб разных размеров, создание вырубных штампов экономически невыгодно. На предприятиях тонкие (от 0,1 до 0,5 мм) шайбы с наружным диаметром до 50 мм изготавливают следующим способом: квадратные заготовки в количестве от 10 до 50 штук, собранные в пакет, помещают между двумя квадратными стальными пластинами. Весь пакет прижимают к углу слесарной разметочной призмы. Надежно закрепив пакет при помощи прихватов, высверливают в нем сквозное центральное отверстие требуемого размера (по чертежу), после чего пакет деталей транспортируется на токарную операцию, где протачивают его поверху до требуемого диаметра. Обработку плоских шайб толщиной свыше 1 мм ведут таким же способом, только без применения двух технологических стальных пластин [1].

На предприятии для сверления отверстий в плоских деталях толщиной свыше 10 мм в условиях мелкосерийного производства применяют накладные кондукторы (если изготавливается более 10 таких деталей), которые предотвращают увод сверла при сверлении даже глубоких отверстий, а также обеспечивают свободный выход стружки, что исключает возможность

заклинивания (и поломки) сверла [2]. При небольших размерах (30×50 мм) обрабатываемых деталей используют кондукторы, изготовленные из стали ХВГ и закаленные до 62-65 HRC. При помощи таких кондукторов не только высверливают отверстия, но и размечают контуры деталей перед фрезерованием и опиливают по кондуктору контуры детали набором слесарного инструмента. Сверление отверстий диаметром 1,5-2 в медных, бронзовых, алюминиевых и стальных трубках, втулках небольшой длины и толщиной стенки до 1 мм производят при помощи кондуктора (рис. 1), состоящего из корпуса 2, диска 3 и фиксирующего винта 4.

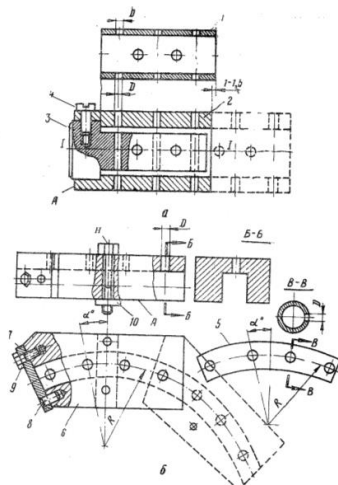


Рис. 1. Схемы сверления отверстий с применением шагающего кондуктора в коротких и длинных трубках: а – прямых; б – изогнутых по радиусу R

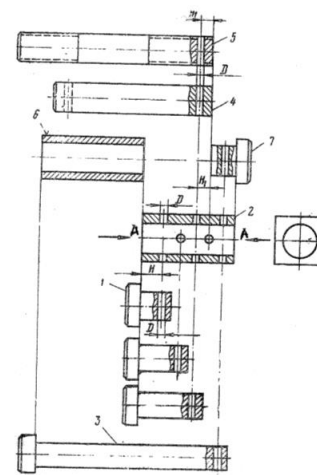


Рис. 2. Схема сверления отверстий в осях и шпильках под шплинт с применением универсального кондуктора

Корпус – пустотелая четырехгранная призма, внутренний диаметр центрального отверстия корпуса равен наружному диаметру обрабатываемой втулки 1, а глубина на 1-1,5 мм меньше ее длины. После высверливания всех отверстий удаляют винт 4 и диск 3, втулку перемещают влево, при этом заусенцы, срезаются внутренними кромками отверстий корпуса 2. Корпус кондуктора – из стали ХВГ, твердость – 62-65 HRC. На рис. 1, б показан кондуктор для сверления отверстий диаметром D в коротких (или длинных) тонкостенных патрубках 5, изогнутых по радиусу R. Кондуктор состоит из корпуса 6, упорной планки 7, фиксирующего стопора 8, болта 9, прижимной планки 10 и двух болтов 11. Такие кондукторы быстро окупаются.

В машиностроении широко применяются всевозможного рода оси, на

цилиндрических стержнях которых имеются сквозные отверстия диаметром D , оси которых находятся на расстоянии H от торца головки [3]. Изготовление деталей, представляющих собой пустотелую четырехгранную (квадратную в сечении) призму, показано на рис. 2. По оси А-А кондуктора обработано центральное сквозное отверстие (диаметр равен диаметру стержня 1). Перпендикулярно оси А-А кондуктора высверлен ряд сквозных отверстий диаметром D со скрещивающимися под углом 90° осями. Диаметры этих отверстий в кондукторе 2 равны диаметру отверстия D обрабатываемой детали 1. Расстояние H от осей отверстий D до левого торца кондуктора 2 на 1 мм больше расстояний от тех же осей до правого торца кондуктора. Это позволяет с помощью одного кондуктора 2 высверливать в стержнях (одного и того же диаметра) детали 1 отверстия D с различными расстояниями H от их осей до правого торца головки. Для обработки отверстий диаметр D под шпильку в деталях с различными расстояниями H и H_1 практически достаточно четырех кондукторов с диаметрами центральных отверстий, равными 5, 6, 8 и 10 мм. Кондуктор изготавливают из стали ХВГ (62 – 65 HRC), а втулку 4 и пробку 7 – из стали 45, закаленных затем до 30 – 45 HRC.

Результаты и выводы. Внедрение рекомендуемых кондукторов для сверления отверстий позволит повысить производительность, улучшить качество, снизить трудоемкость.

Список литературы.

1. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущий инструмент. – М.: Машиностроение, 1975.
2. Кривоухов В.А., Петруха П.Г., Бруштейн Е.К. Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки. – М.: Машиностроение, 1974.
3. Левинсон Е.М. Отверстия малых размеров. Методы получения. – М.-Л.: Машиностроение, 2007.

АНАЛІЗ ПРИЧИН БРАКУ КОВАЛЬСЬКИХ ЗЛИВКІВ ТА ПОКОВОК

Чернишова Л. М., к.т.н., Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Ковальсько-штамповочне виробництво, як правило, характеризується достатньо високим браком зливків і поковок, головним чином, за «гарячими» тріщинами. Основними причинами такого браку є: підвищена кількість нітридів алюмінію на межах аустенітних зерен, які приводять до зниження міжзеренних зв'язків, високотемпературних міцності і пластичності сталі, а також високий вміст сірки, який викликає утворення легкоплавких залізо-сульфідних евтектик і явище червоноламкості.

Основні матеріали дослідження. Розкислення алюмінієм неспроможне забезпечити сприятливу морфологію неметалевих включень. Так відомо, що витягнуті неметалеві включення, що утворюються в процесі розкислення сталі алюмінієм, істотно впливають на механічні властивості сталі. Сталь, що містить пластинчасті включення, руйнується значно раніше сталі з глобулярними включеннями. Збільшення змісту сульфідних включень монотонно знижує пластичність, підсилює анізотропію механічних властивостей у прокаті. [1,2, 3].

Результати. Аналіз роботи ковальського цеху одного з металургійних підприємств України показав, що брак ковальських зливків масою біля 1 ті поковок становив приблизно 25%, при цьому за «гарячими» тріщинами – приблизно 12%. Зі всіх видів браку на долю невивправного належало 2/3 браку, а доля виправного становила 1/3. Основними видами браку були: «гарячі» тріщини – 12%, підвищене забруднення неметалевими і шлаковими включеннями – 1,1%, невідповідність хімічного складу – 3,6%, невідповідність термічної обробки – 8,3%. На рисунку 1 наведено графік розподілу браку за «гарячими» тріщинами для вуглецевих і легованих марок сталі. Результати аналізу матеріалів 2840 плавок показали, що домінуючим видом браку були «гарячі» тріщини, брак за якими становить у середньому для всіх марок сталі 12% (табл. 1). Статистична обробка висновків ЦЗЛ підприємства причин браку зливків і поковок показала, що в 79,5% випадків причиною утворення тріщин

у металі були неметалеві включення. При цьому на долю сульфідів і окисульфідів припадало 50,5%, на долю інших включень— 29,0% випадків браку.

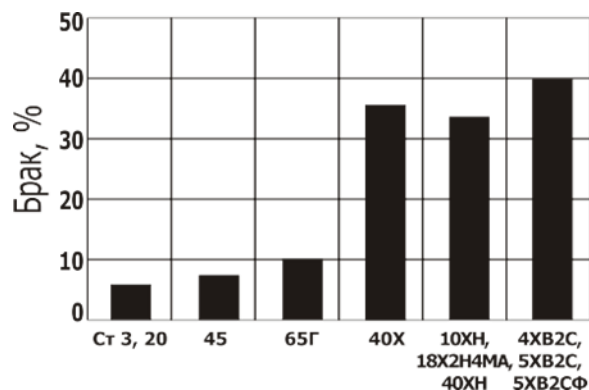


Рисунок 1 – Розподіл браку за «гарячими» тріщинами за марками сталі

Таблиця 1 – Брак зливків і поковок за «гарячими» тріщинами

Показники	Марки сталі						Всього
	Ст.3, 20	45	65Г	40Х	10ХН, 18Х2Н4МА, 40ХН	4ХВ2С, 5ХВ2С, 5ХВ2СФ	
Всього зливків і поковок, шт.	140	123	10	22	31	15	341
у тому числі з тріщинами, шт.	7	8	1	8	11	6	41
% браку	5,0	6,5	10,0	36,4	35,5	40,0	12,0*

* середнє для всіх марок сталі

Висновки. Були проаналізовані висновки ЦЗЛ підприємства причин браку ковальських зливків і поковок та зроблені висновки про домінуючий вид браку – «гарячі тріщини».

Список літератури

1. Шульте Ю.А. Электрометаллургия стального литья / Ю. А. Шульте – М.: Металлургия, 1970. – 223 с.
2. Лунев В.В. Сера и фосфор в стали / В.В. Лунев, А.В. Аверин – М.: Металлургия, 1988. – 256 с.
3. Голубцов В. А. Модифицирование стали для отливок и слитков /В. А. Голубцов, В. В. Лунев. – Челябинск – Запорожье: ЗНТУ, 2009. – 356 с.

ПІДВИЩЕННЯ ТРІЩИНОСТІЙКОСТІ КОВАЛЬСЬКИХ ЗЛИВКІВ

Чернишова Л. М., к.т.н., Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Ковальсько-штамповочне виробництво, як правило, характеризується достатньо високим браком зливків і поковок, головним чином, за «гарячими» тріщинами. Основними причинами такого браку є: підвищена кількість нітридів алюмінію на межах аустенітних зерен, які приводять до зниження міжзеренних зв'язків, високотемпературних міцності і пластичності сталі, а також високий вміст сірки, який викликає утворення легкоплавких залізо-сульфідних евтектик і явище червоноламкості. У зв'язку з цим, у даній роботі вирішувалась задача управління кількістю і природою неметалевих включень у низьколегованих хромистих сталях з метою зниження браку ковальських зливків і поковок і підвищення комплексу механічних і експлуатаційних властивостей кованих низьколегованих сталей.

Основні матеріали дослідження. Розкислення алюмінієм неспроможне забезпечити сприятливу морфологію неметалевих включень, тому все більше застосовують спільне розкислення алюмінієм та рідкоземельними металами. З останніх найбільше застосування отримав фероцерій. Він володіє високою хімічною спорідненістю до азоту, має досить високі температури плавлення і дисоціації нітридів, а також сприяє глобуляризації неметалевих включень

Для зниження браку за «гарячими» тріщинами і підвищення рівня механічних властивостей хромистих сталей, які найбільш схильні до тріщиноутворення (див. рис.1), необхідна технологія кінцевого розкислення, яка виключає утворення надмірного нітриду алюмінію AlN на межах аустенітних зерен і отримання неметалевих включень, які не деформуються у процесі кування, з метою поліпшення механічних властивостей і зниження їх анізотропії. У зв'язку з цим мета наступного етапу дослідження полягала у виборі оптимальної технології модифікування для запобігання інтенсивного утворення нітриду алюмінію на межах аустенітних зерен хромистих сталей.

Згідно літературних джерел, церій і лантан є типовими нітридоутворюючими елементами, які послаблюють шкідливий вплив азоту в зливках і виливках. У зв'язку з чим ставилась задача оптимізувати процес розкислення сталі для ковальських зливок для того, щоб: знизити брак за тріщиноутворенням; підвищити механічні властивості сталі для поковок.

Ця задача розв'язувалась шляхом додаткового модифікування фероцерієм сталі, розкисленої алюмінієм. В якості модифікатора фероцерій був обраний із наступних міркувань. По-перше, церій, лантан та інші рідкоземельні метали, які входять до складу фероцерія, володіють високою хімічною спорідненістю до азоту, достатньою для утворення нітридів. По-друге, при модифікуванні рідкоземельними металами утворюються глобулярні окисульфідні включення, які не деформуються при гарячій обробці тиском, що позитивно відбивається на технологічній пластичності, тріщиностійкості і механічних властивостях сталі.

Результати. Механічні іспити проводили на сталі 40ХЛ, розкисленої за двома варіантами: 1) алюмінієм і 2) алюмінієм і фероцерієм, при температурах 600, 800 та 1000°C (табл. 1). В інтервалі цих температур закінчується процес гарячого кування і найбільш часто утворюються тріщини. Як видно з наведених у таблиці 2 даних, додаткове модифікування сталі фероцерієм сприяло підвищенню міцності і пластичності. При цьому більш помітне поліпшення механічних властивостей (на 20...70%) спостерігалось при температурі 800°C. На наш погляд, підвищення міцності і пластичності при підвищених температурах пояснюється:

- 1) утворенням тугоплавких з'єднань окисульфідів рідкоземельних металів (РЗМ) замість легкоплавких сульфідних включень;
- 2) очищенням меж зерен від неметалевих включень;
- 3) зміненням гострокутної і плівкової форми включень на глобулярну;
- 4) зв'язуванням частини азоту в нітриди РЗМ.

Таблиця 1 – Механічні властивості сталі 40ХЛ, розкисленої алюмінієм та алюмінієм і фероцерієм, при температурах 600,800 та 1000° С

Властивості	600°C		800°C		1000°C	
	Al	Al+FeCe	Al	Al+FeCe	Al	Al+FeCe
σ_B , МПа	310,8	325,7	128,0	155,4	64,9	77,4
Ψ , %	18,4	24,9	25,6	44,1	90,7	98,6
δ , %	12,7	18,0	49,5	63,2	73,2	74,7

Внаслідок застосування двохкомпонентного розкислення сталі алюмінієм і фероцерієм були отримані глобулярні неметалеві включення, які не деформувались при гарячій обробці металів (рис. 2), і суттєво знижена анізотропія механічних властивостей.

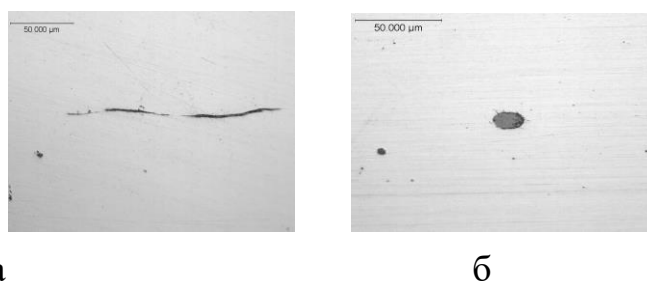


Рисунок 1 – Типові неметалеві включення у кованої сталі: а – розкислення алюмінієм; б – розкислення алюмінієм і фероцерієм. $\times 524$

Висновки. При розкисленні сталі для ковальських зливків алюмінієм і фероцерієм зменшується брак за «гарячими» тріщинами, а також підвищуються механічні властивості при високих температурах.

Список літератури

1. Голубцов В. А. Модифицирование стали для отливок и слитков /В. А. Голубцов, В. В. Лунев. – Челябинск – Запорожье: ЗНТУ, 2009. – 356 с.
2. Чернышев Е.А. Литейные дефекты. Причины образования.

Способы предупреждения и исправления: учебное пособие / Чернышев Е.А., Евлампиев А.А., Евстигнеев А.И. – М.: Машиностроение, 2008. – 282 с.

3. Воронин Ю.Ф. Повышение качества литья. Системный подход / Воронин Ю.Ф. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 264 с.

УДК 620.952

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ БІОМАСИ

Данюк К.О., магістр,

Болтянська Н.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Біомаса є найбільш древнім і часто використовуваним джерелом поновлюваної енергії, однак її використання до недавнього часу зводилося до прямого спалювання або у відкритих осередках, або в печах і топках, але також з дуже низьким ККД. Останнім часом увагу до ефективного енергетичного використання біомаси істотно підвищилася, причому на користь цього з'явилися і нові аргументи: використання рослинної біомаси за умови її безперервного відновлення не призводить до збільшення концентрації CO_2 в атмосфері; в промислово розвинених країнах в останні роки з'явилися надлишки оброблюваної землі, яку доцільно використовувати під енергетичні плантації; енергетичне використання відходів вирішує і екологічні проблеми; новостворені технології дозволяють використовувати біомасу значно ефективніше [1-3].

Потенціал біомаси, придатний для енергетичного використання в більшості країн досить великий, і його ефективному використанню приділяється значна увага. До біомаси відносять відходи домашніх господарств, продукти життєдіяльності міського господарства, наприклад: опале листя, відходи сільськогосподарського і промислового виробництва, рубки лісу і т. п. У широкому сенсі біомаса - це будь-які органічні речовини, різноманітні субстанції рослинного або тваринного походження, які підлягають біодеградації. Біомаса є третім за величиною джерелом енергії в світі.

Технології використання біомаси постійно вдосконалюються, забезпечуючи отримання енергії в придатній для споживача формі й з максимально можливою ефективністю. У загальному випадку енергія з органічних відходів отримується або фізичними, або хімічними чи мікробіологічними методами. *Фізичним методом* енергію отримують шляхом спалювання органічних відходів. Основою *хімічного метода* є використання процесів піролізу і газифікації. Найрозповсюдженішим у світі є мікробіологічний метод безвідходного виробництва – отримання біогазу анаеробним зброджуванням. Дуже цінним продуктом виробництва біогазу є отримання високоякісних органічних добрив [4-7]. Пряме спалювання біомаси в атмосфері повітря або кисню – один з найбільш старих методів отримання теплової енергії. Однак існує ряд проблем при його практичному використанні, головною з них є досягнення найбільш повного згоряння палива, в результаті якого утворюються діоксин вуглецю і вода, що не завдає шкоди довкіллю. Основна промислова технологія цього напрямку – пряме спалювання в котлі й генерація електроенергії в паротурбінній установці.

Піроліз біомаси – хімічне перетворення одних органічних сполук в інші під дією теплоти або так звана суха перегонка без доступу окислювачів (кисню, повітря). Характеристика продуктів піролізу залежить від типу сировини і умов проведення процесу. Основними продуктами піролізу можуть бути вуглиста речовина, паливна рідина, паливні гази, причому часто технологічний процес орієнтований на переважне отримання одного з продуктів піролізу.

Газифікація біомаси – це перетворення твердих відходів біомаси в горючі гази шляхом неповного їх окислення повітрям (киснем, водяною парою) при високій температурі. Газифікувати можна практично будьяке паливо, в результаті чого отримують генераторні гази, які мають значний діапазон використання – як паливо для отримання теплової енергії в побуті та різних процесах промисловості, в двигунах внутрішнього згоряння, як сировина для отримання водню, аміаку, метилового спирту і синтетичного рідкого палива. Не дивлячись на значні різновиди способів газифікації, всі вони характеризуються одними і тими ж реакціями. [4,5]. Газифікатори мають різну продуктивність з

різним виходом енергії в паливному газі. Ефективним є використання установок газифікації біомаси на газотурбінних і парогазових електростанціях.

У процесі *анаеробної ферментації* складні органічні речовини розкладаються на CO_2 і CH_4 з утворенням біогазу у вигляді суміші вуглекислого газу і метану, причому на частку метану може припадати до 70%. Найбільш ефективними вважаються біореактори, що працюють в термофільному режимі 43–62°C. На таких установках з триденною ферментацією гною вихід біогазу складає 4,5 л на кожний літр корисного об'єму реактора. Порівняльні енергетичні показники традиційних енергоносіїв і біогазу наведені в табл. 1

Таблиця 1

Порівняльні енергетичні показники традиційних енергоносіїв і біогазу

Продукт	Одиниці вимірювання	Еквівалент 1 м ³ неочищеного біогазу 23	Еквівалент 1 м ³ очищеного біогазу 35,2
Електроенергія	кВт·ч	0,62	0,94
Природний газ	м ³	0,61	0,93
Вугілля	кг	0,82	1,25

Сучасні біогазові анаеробні установки складаються з таких основних систем: системи підготовки і подачі сировини в біореактор; біореактора (метантенка) із системою підтримання постійної температури та іншими комплектуючими пристроями; системи зберігання і використання біогазу; системи вивантаження і транспортування шламу. Схема найпростішої біогазової анаеробної установки для індивідуального господарства зображена на рис. 1.

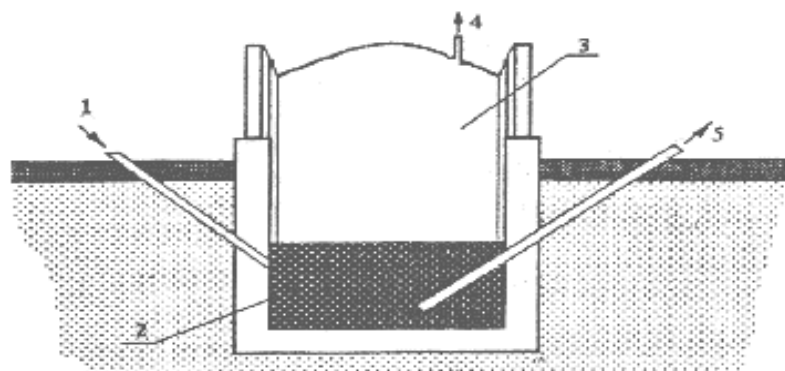


Рис. 1. Принципова схема анаеробної установки: 1 – приймальний пристрій; 2 – біореактор (метантенка); 3 – простір для збирання біогазу; 4 –

патрубок, з'єднуючий метантенк з газгольдером; 5 – пристрій для відкачування шламу з метантенку

Використання біогазу забезпечує можливість отримання теплової і електричної енергії, що є особливо привабливим для фермерських господарств. При масовому розповсюдженню біогазових технологій в сільських регіонах можна досягнути значної економії органічного палива. Створення біопаливної галузі в нашій країні може внести вклад в розвиток аграрного сектора, допомогти вирішенню соціальних та екологічних проблем, зробити позитивний вплив на економіку в цілому і вирішити проблему енергозалежності сільськогосподарського виробництва за рахунок виробництва власних енергоресурсів

Список літератури.

1. Комар А.С. Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів. Науковий вісник ТДАТУ. 2018. Вип.8. Т.2. С. 44-56.
2. Комар А.С. Кількісні показники економічного аналізу надійності прес-гранулятора з нерухомою матрицею. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С. 97–104.
3. Болтянський О.В. Використання нанотехнологій при безрозбірному сервісі автотракторної техніки. Праці ТДАТУ. 2011. Вип.11. Т.2. С. 97-102.
4. Болтянський О.В. Використання різних критеріїв при визначенні кількості запасних частин. Праці ТДАТА. Вип.36. 2006. С. 3-7.
5. Komar A. S. Development of the design of a press-granulator for the processing of bird manure. Coll. scientific-works of Intern. Research Practice Conf. "Topical issues of development of agrarian science in Ukraine". Nizhin, 2019. Pp. 84–91.
6. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві. Науковий вісник ТДАТУ. 2016. Вип.6. Т.1. С. 55-64.
7. Voltyansky B., Voltyansky O. Analysis of major errors in the design of

pumping stations and manure storage on pig farms. TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

ANALYSIS OF THE POSITIVE ASPECTS OF THE PRESS TECHNOLOGY - FEED GRANULATION

Boltianska N., c.t.s.

Komar A., engineer

Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university,

Melitopol, Ukraine

The most important task of the feed industry is to ensure a quality product, increase the quantity and quality of feed that you want more and more every year. The need for these types of products is growing much faster than the volume of the agricultural sector [1].

Currently, in our country special attention is paid to the issues of rational nature management and environmental protection. It is directly connected with the improvement of technological processes and technical means for their implementation and use in agriculture of organic materials for preparation of feed [2]. The application of granulation technology allows to obtain feed of a given size, shape and the necessary physical and mechanical characteristics, which minimizes data loss during the transportation, storage and processing, and also improves the performance further use [3].

Granular products, including compound feeds, bran, oilseeds, etc., have a number of significant advantages over loose products: the structure of the product changes, digestibility increases, bacterial contamination decreases, storage conditions improve, volume decreases, etc. And most importantly, granular compound feeds have high nutritional value, which determines the relevance of the production of this type of feed and explains their demand among consumers.

Granular organic materials have found wide application in agriculture for the

most efficient use of animal nutrients. Feed is a complex homogeneous mixture of different feed means, pre-peeled, crushed and selected by science-based recipes for the most efficient use of nutrients by animals [4].

Saving food resources; rational use of wastes from different industries; the possibility to include in the composition of feed raw materials, which cannot be used alone because of the poor form of others; the ability to produce the product shape, convenient for feeding. Feed produce for almost all groups of animals.

When using balanced for all nutrients feed the livestock productivity increases by 10–12%, while enriching them with vitamins, minerals and other stimulating substances by 25–30% compared to when the animals are fed certain types of forage.

The basis of feed is raw materials, it is approximately all of the feed 60–65%. From grain crops is: wheat, barley, corn, oats, millet. Feature: a high content of carbohydrates – 70%, low protein – 10-15% [5,6].

Combined feed preparation technology consists of the following sequentially performed operations: acceptance, placement and storage of raw materials; shredding; dosing; mixing, granulation (pressing); storage.

Artificial drying of forage crops, followed by granulation is one of the most efficient methods of forage. It is acceptable for harvesting of herbaceous legumes and grass, usually harvested for hay, silage and even grain.

It is established that granular food for its nutritional value close to concentrated feed, and the content of carotene is significantly surpass them. In 1 kg of pellets contains 0,7 to 0,86 feed units, 39–109 g of digestible protein and 32–187 mg of carotene.

The output of finished feed in absolute terms when using the granulation technology is higher than when drying in the hay, the silage and harvesting the grain. So, when harvesting oats for hay, sown in mixture with peas and grown until reaching the milky-wax ripeness, lost nearly half (about 47%) of feed units and digestible protein and almost all (over 93%) of carotene. Pelleting these losses are much lower. If productivity of 1 ha of sowing this mixture of nutrients when harvesting for hay is taken as 100%, when granulating, it rises in feed units 1,7 times

the digestible protein in the 1,3 times and in carotene in 8,5 times.

A similar relationship between the technology of harvesting hay and granulation obtained, and leguminous grasses (alfalfa and sainfoin). Granulation allows you to save 1,8 times more feed units, 1,8–1,9 times the digestible protein and 4,7–8,6 times carotene.

Granulation has the advantages before the traditional technology of fodder grain (Fig. 1). When cleaning barley for grain stored slightly more than half of the feed units, the third part of the protein, and carotene are lost almost all. If the barley mow in the phase of milky – wax ripeness and to prepare granules, it is possible to save around 90% of feed units and digestible protein and about 40% of the carotene.



Fig. 1. Wheat granules

Granulation of the vegetative mass of corn (fine sowing or mixed with peas) compared to harvesting it on silage or grain allows you to get 1.5–1.6 times more feed units, 1.3–1.4 times more digestible protein and several dozen times (58–90) more carotene.

Thus, for all considered crops, the use of feed granulation technology gives a significant increase in the yield of nutrients. The safety of nutrients during storage during granulation of feed is better than all known technologies.

Loss of nutrients after 7 months and even a year of storage in granules did not exceed 10% for protein and 50% for carotene. In feed in the form of hay, silage, grass meal by the 5–7 month of storage, protein loss is 20–30%, and carotene up to 80%. It is also noted that the biological value of grass protein during high-

temperature drying (subject to the optimal regime) does not change much, while the traditional technology of feed preparation leads to the loss of a significant amount of amino acids. In addition, it was found that during the preparation of hay, silage and their long-term storage, along with the destruction of carotene, its isomerization occurs, that is, beta-carotene passes into other difficult to assimilate forms.

References.

1. Komar A. S. Processing of poultry manure for fertilization by granulation. Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production". 2019. Uman. 18-20.

2. Boltyanskaya N.I. The dependence of the competitiveness of the pig industry from technology parameters of productivity of the animals. Bulletin of Kharkov national University-University of agriculture after Petro Vasilenko. Kharkov. 2017. Vol. 18. 81-89.

3. Boltyanskaya N.I. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.

4. Komar A. S. Development of the design of a press-granulator for the processing of bird manure. Coll. scientific-works of Intern. Research Practice Conf. "Topical issues of development of agrarian science in Ukraine". Nizhin, 2019. Pp. 84–91.

5. Komar A. S. Analysis of the design of presses for the preparation of feed pellets and fuel briquettes. TDATU Scientific Bulletin. 2018. Issue 8. Vol. 2. Pp. 44–56.

6. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Попов. Б.Ю., магістр,

Болтянська Н.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

Головним фактором технологічної перебудови економіки на сьогодні є припинення випуску неконкурентоздатної продукції, виведення з роботи неефективного обладнання та технологій. Впровадження новітніх енергоефективних технологій, машин, обладнання та побутових приладів потребує значних інвестицій, і в достатніх обсягах це буде можливим в період після 2000 р. при умові подолання економічної кризи в країні. При обмеженості інвестиційних ресурсів модернізацію та структурно-технологічну перебудову необхідно проводити, в першу чергу, в галузях, що забезпечують нагальні потреби суспільства – в паливно-енергетичному комплексі, сільському господарстві, легкій та харчовій промисловості, а також у галузях, що випускають конкурентоздатну продукцію для зовнішнього ринку (для забезпечення критичного експорту) - в чорній та кольоровій металургії, хімічній промисловості, окремих галузях машинобудування [1-3].

Серед найбільш складних проблем аналізу сучасних економічних механізмів енергозбереження (як для світової, так і для вітчизняної аграрної сфери) є, по-перше, забезпечення комплексного підходу до сфери енергозбереження, по-друге, аналіз і оцінка енергоефективності провідних

аграрних галузей, по-третє, розробка рекомендацій щодо вдосконалення економічних структур і механізмів енергозбереження із врахуванням специфіки сільськогосподарського виробництва. Вирішення вищеназаних проблем передбачає обґрунтування сучасних вимог до енергозберігаючих аграрних технологій і обладнання світового рівня, як, наприклад, систем точного землеробства, прямого посіву, вирощування рослин в спорудах захищеного ґрунту, новітніх клітинних технологій тощо [4-6].

Існуючі методи передбачають, як правило, загальний економічний аналіз без виділення взагалі або без детального розгляду таких чинників як питомі витрати електричної і теплової енергії, а також енергоносіїв на одиницю продукції, специфічність аграрних технологій (порівняно з промисловими технологіями), макроекономічні характеристики енергозбереження (для світового сільського господарства та аграрної сфери України), моделі обмеження енергоспоживання в сільськогосподарському виробництві, визначення на їх основі заощадження електроенергії та енергоносіїв. Явно недостатньо економічних досліджень, які орієнтовані на використання технологій світового рівня, формування енергобалансів нового типу, а також кількісно і якісно характеризують особливості енергоспоживання в аграрному секторі світової економіки та в АПК України.

Це не дозволяє достовірно оцінити ступінь впливу основних економічних чинників енергозбереження, найбільш важливих макроекономічних характеристик і показників на обсяги енергоспоживання, а також визначити їх "питому частку" в загальному енергобалансі аграрних галузей країн світу та України. В кінцевому підсумку це призводить до суттєвих похибок як при визначенні узагальнених (інтегральних) показників, так і при прогнозуванні ефективності економічних механізмів енергозбереження в аграрному секторі світової економіки та в провідних галузях АПК України.

Вирішення загальнодержавних проблем в сільському господарстві України і пов'язаних з ним галузей можливе на основі широкого впровадження новітніх економічних механізмів і моделей енергозбереження. Значення економічних

механізмів і моделей енергозбереження, а також моделей їх адаптації як засобу прискорення інноваційного розвитку світового сільського господарства і АПК України, підсилюється тим, що енерго- і ресурсозберігаючі технології охоплюють практично всі галузі і підгалузі аграрної сфери найбільш розвинутих країн світу. В даний час в сільськогосподарському виробництві України все більше уваги приділяється проблемам розробки і впровадження окремих економічних механізмів, моделей і структур енергозбереження, а також енергозберігаючих технологій. Особливо важливим напрямком є обґрунтування нових моделей адаптації світового досвіду енергозбереження в аграрному секторі економіки України, зокрема, через міжнародний трансфер технологій.

Основними перешкодами для прискорення інноваційних процесів в АПК України є орієнтація на застарілі механізми і моделі енергозбереження, невеликі масштаби і низька результативність використання світового досвіду впровадження високих технологій, недосконалі інфраструктура аграрного ринку тощо. Підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва передбачає наступні заходи (рис. 1):

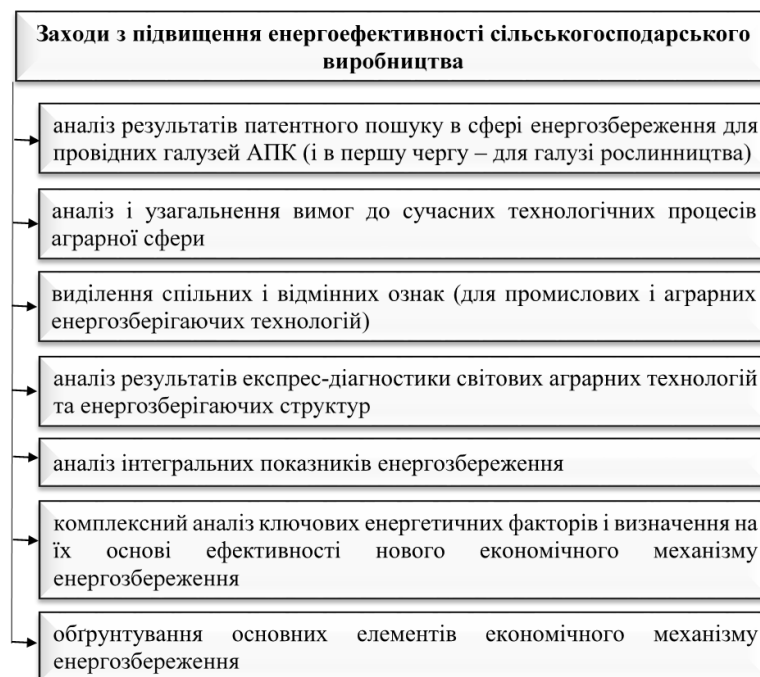


Рис. 1. Заходи з підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва

Невирішеність названих проблем погіршує не тільки показники

енергозбереження, кількісні та якісні показники сільськогосподарської продукції, а й спричиняє загрозу екологічній, економічній та енергетичній безпеці країн світу та України. Тому необхідне формування нового економічного механізму енергозбереження, який ґрунтується на: детальному аналізі сучасних тенденцій розвитку світового сільського господарства; перенесенні новітніх методів енергозбереження між країнами, аграрними галузями і підприємствами; порівнянні економічної ефективності новітніх (світового рівня) та існуючих аграрних технологій; оптимізації показників енергозбереження в сільськогосподарському виробництві.

Список літератури.

1. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК . 2015. Вип. 212, ч.1. С. 275-283.

2. Болтянська Н.І. Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві. Науковий вісник ТДАТУ. 2016. Вип.6. Т.1. С. 55-64.

3. Болтянський О.В. Щодо оцінки потенційної можливості застосування ресурсозберігаючих технологій на підприємствах молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ. 2016. Вип.6. Т.1. С. 50-55.

4. Komar A. S. Development of the design of a press-granulator for the processing of bird manure. Coll. scientific-works of Intern. Research Practice Conf. "Topical issues of development of agrarian science in Ukraine". Nizhin, 2019. Pp. 84–91.

5. Komar A. S. Analysis of the design of presses for the preparation of feed pellets and fuel briquettes. TDATU Scientific Bulletin. 2018. Issue 8. Vol. 2. Pp. 44–56.

6. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. ТЕКА Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol.16. No.2. 49-54.

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧИХ РОБІТ ПРИ ПОТОЧНОМУ РЕМОНТІ ДИЗЕЛІВ ЗМІННИМИ КОМПЛЕКТАМИ

Іванов Я.Р., студ 21 САІ

Сушко О.В., к.т.н., ТДАТУ, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Важливішим фактором, який сприяє підвищенню ефективності використання тракторних двигунів, є вдосконалення системи їх технічного обслуговування (ТО) та ремонту (Р). Навіть незначні недоліки в системі ТО і Р призводять до великих збитків у галузі сільськогосподарського виробництва. Оптимальний зміст поточних ремонтів дизелів найбільш раціонально визначається за умови мінімальних питомих витрат в експлуатації по змінюванню динаміки техніко-економічних параметрів дизеля та витрат, викликаних необхідністю усунення наслідків відмов.

Основна частина. Динаміка основних техніко-економічних параметрів дизелів Д 240/242, які були взяті у якості об'єктів нагляду, визначається за спеціально розробленою програмою за результатами спостережень за роботою тракторів в умовах реальної експлуатації в господарствах Запорізької області. Динаміка зношування основних деталей та спряжень дизелів визначалася за даними мікрометражу двигунів, що надійшли в ремонт.

Отримані данні дозволили встановити оптимальну періодичність проведення поточних ремонтів з профілактичною заміною зношених елементів, скласти оптимальні групи деталей (ремонтні комплекти) для таких замін на підставі визначення впливу на техніко-економічні параметри дизеля технічного стану деталей та спряжень (кривошипно-шатунного механізму, циліндро-

поршневої групи, механізму газорозподілу, змащувальної та охолоджуючої систем), а також з урахуванням близьких значень ресурсів цих деталей та вузлів дизеля, технологічної послідовності проведення ремонту, глибини та зручності одночасної заміни груп деталей. Ремонт двигунів такими ремонтними комплектами дозволяє підвищити надійність та ефективність їх роботи, повніше використовувати ресурси деталей, зменшити простої, особливо в періоди напружених сезонних робіт.

Такий ремонт сприятиме раціоналізації ремонтно-обслуговуючих робіт у межах району, особливо у теперішній час, так як дозволяє обґрунтувати зміст поточного ремонту дизелів ремонтними комплектами для кожного з підрозділів господарств.

Доцільність проведення ремонтів визначалася за умови мінімуму приведених витрат на проведення ремонту з урахуванням витрат на придбання та утримання обладнання та оснастки, які необхідні для проведення поточного ремонту дизелів змінними комплектами. За комплексні параметрами, які характеризують технічний стан дизеля та його деталей, приймалися потужність, питома витрата палива і витрата оливи на угар.

Результати та висновки. Уточнено математичну модель визначення динаміки основних техніко-економічних параметрів дизелів у процесі їх експлуатації з урахуванням періоду стабілізації параметрів. На підставі досліджень ремонтного фонду дизелів транспортних засобів, впливу ґрунтово-кліматичних умов регіону на характер зношування, визначені рівняння зносів основних деталей та середнє напрацювання до граничного стану для доремонтних та післяремонтних дизелів, які експлуатуються на півдні України. Розроблено та апробовано оригінальну методику визначення динаміки техніко-економічних параметрів дизелів та їх граничних значень, впливу на них технічного стану основних деталей та сполучень двигунів. Встановлено цільову функцію визначення оптимальної періодичності проведення профілактичних ремонтів дизелів, їх змісту та кількості з урахуванням динаміки техніко-економічних параметрів, а також функціональні залежності впливу

періодичності, кількості і змісту проведених у процесі експлуатації ремонтних впливів на показники потужності, питомої витрати палива і витрати оливи на угар.

Список літератури.

1. Лебедев А.Т., Сушко О.В. Визначення динаміки основних техніко-економічних параметрів двигунів з метою підвищення їх функціональної стабільності // Вісник ХДТУСГ. – Вип. 14, Харків, 2003. – С. 232-235.

2. Голяк О.Л., Сушко О.В. Визначення граничних значень основних техніко-економічних параметрів дизелів з метою підвищення ефективності їх ремонту // Вісник національного транспортного університету – К.: НТУ, 2005. – Випуск 10. – С.46 – 50.

3. Сушко О.В. Особливості умов експлуатації дизелів транспортних засобів у південних регіонах України//Праці/ Таврійська державна агротехнічна академія – Вип. 35, – Мелітополь: ТДАТА,2006. – С.43 – 46.

4. Методика визначення граничних значень основних техніко-економічних параметрів двигунів з метою підвищення ефективності ремонту транспортних засобів. Свідоцтво про авторське право, 15864, Україна. / О.В.Сушко. – Заявлено 10.01.06, зареєстровано 01.03.06, № 15927.

5. Сушко О.В. Оптимизация ремонтно-обслуживающего цикла тракторных дизелей с целью повышения эффективности их использования // Международная научно-практическая конференция "Моделирование процессов и технологического оборудования в сельском хозяйстве", г. Мелітополь, 17-19 августа. - Матеріали докладов. – Мелітополь, 1994. – С. 161- 163.

6. Голяк О.Л., Сушко О.В. Підвищення ефективності ремонту транспортних засобів шляхом визначення динаміки техніко-економічних параметрів дизелів // 61 наукова конференція професорсько-викладацького складу і студентів університету. – Тези доповідей. – К.: НТУ, 2005. – С.6.

7. Сушко О.В. Методика визначення граничних значень основних техніко-економічних параметрів дизелів транспортних засобів // 62 наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та структурних підрозділів університету. - Тези доповідей. – К.: НТУ, 2006. – С.13.

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ІОННИМ АЗОТУВАННЯМ

Сушко О.В., к.т.н., ТДАТУ, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Найбільш масовими деталями в машинобудуванні є зубчасті колеса. Тенденція росту потужності, навантажень та швидкостей в машинобудуванні потребує розробки високонавантажуваних зубчастих передач для високошвидкісних прецизійних машинних агрегатів. Тенденція зниження ваги в машинобудуванні потребує застосування високоміцних зубчастих коліс.

Найбільш актуальні напрямки в машинобудуванні – поверхнева змінюваність та нанесення зміцнюючих покриттів. На даний час діє більш ніж 130 різноманітних технологій, більшість з яких є альтернативними. Тому є потреба проаналізувати тенденції розвитку поверхневого зміцнення зубчастих коліс з метою оцінки найбільш перспективних рішень.

Основна частина. Аналіз літературних джерел та різноманітних технологій з підвищення зносостійкості зубчастих коліс показав, що однією з прогресивних технологій поверхневого зміцнення є хіміко-термічна обробка (ХТО) в тліючому розряді. найбільш поширеними є азотування та цементация в плазмі тліючого розряду. У практиці авіадвигунобудування від традиційних цементации та нітроцементации перейшли до іонного азотування шестерень [1]. Цей процес у 1,5-2 рази скорочує трудомісткість виготовлення, так як деталі оброблюються при невисокій твердості матеріалу та потрапляють на зміцнення в остаточно обробленому вигляді. Процес іонного азотування (ІА) – більш сталий та керований з простим і надійним способом запобігання незміцнюваних поверхонь. Деформація та усадки фактично відсутні, що дозволяє замінити остаточне зубошліфування на хонінгування, тим самим зберігаючи точність, що вимагається, залишаючи рівномірний високоміцний поверхневий шар.

Для сучасного ІА характерний значний прогрес у галузі обладнання. У порівнянні з іншими видами азотування іонне забезпечує більшу глибину зміцненого шару. Іонні цементация та нітроцементация забезпечують більш рівномірну товщину дифузійного шару та більш високі товщини. При 860 °С через дві години глибина іонної цементации досягає 0,8 мм, а при звичайному методі – 0,25 мм [2].

У порівнянні з іншими видами ХТО іонне азотування має наступні переваги:

- продуктивність процесу підвищується в 3-5 разів;
- виключається короблення виробів;
- висока економічність процесу (знижується витрата електроенергії у 2 рази, витрата газу – в 5-10 разів);
- чистота поверхні не погіршується, а в деяких випадках – підвищується, поверхневий шар не має мікротріщин, знижується градієнт концентрації азоту по глибині.

Практика ІА використовує водневомісткі газові суміші на основі аміаку. Насичення деталі воднем різко знижує експлуатаційні властивості деталі. Перехід ІА на безводневу суміш N_2+Ar усунув цей недолік. Розроблена в Хмельницькому технологічному університеті технологія ІА в безводневих сумішах [3] забезпечує (у порівнянні з ІА у середовищі аміаку):

- підвищення межі витривалості в 1,5 рази;
- підвищення контактної втомленої міцності – в 1,5-2 рази;
- питома робота руйнування при розтягу підвищується у 1,2-2,5 рази;
- витрата газу зменшується у 10-20 разів.

Технологія без водневого ІА пройшла промислову перевірку на виробництвах України. Розроблено технічну документацію на обладнання потужністю 5, 20, 30, 40 та 60 кВт.

Результати та висновки. Зубчасті колеса залишаються однією з найважливіших деталей машин і механізмів. Тенденція зниження ваги, а також підвищення швидкостей та потужності потребує застосування нових матеріалів та технологій зміцнення зубчастих коліс. Неадитивність розміцнювальної дії

експлуатаційних факторів призводить до помилок вже на стадії проектування [4]. Найбільш перспективним є метод іонного азотування як фінішного процесу. Розроблено технічну документацію на обладнання для іонного азотування, технологія пройшла випробувально-промислову перевірку.

Список літератури.

1. Елисеєв Ю., Архипенков А., Оводков В. Изготовление зубчатых колес – дело тонкое // Авианорама, 2007. – Май-июнь. – с. 58.
2. Новіков Н.В., Видний А.А., Ляшенко Б.А. та ін. Методи зміцнення поверхонь машинобудівних деталей // ІСМ АН України. – Київ, 2009. – 112 с.
3. Каплун В.Г., Каратаєв А.М., Пастух І.М., Паршенко А.В., Ляшенко Б.А., Цыгулев О.В. Способ азотирования стальных изделий. А.с. № 1687645, С23С 8/12, БИ№40.
4. Дмитриченко Н.Ф., Ляшенко Б.А., Посвятенко Е.К. Перспективы повышения износостойкости зубчатых колес в автомобилестроении за счет применения современных упрочняющих технологий. Вісник Національного транспортного університету – К.: НТУ, 2005. – Вип. 10. – с.5-21.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИНИШНОЙ АНТИФРИКЦИОННОЙ БЕЗАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Шепеленко И.В., к.т.н., Центральноукраинский национальный технический университет, Кропивницкий, Украина

Черкун В.В., к. т. н., Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, Мелитополь, Украина

Гуцул В.И., к.т.н., Центральноукраинский национальный технический университет, Кропивницкий, Украина

Одним из наиболее важных и приоритетных направлений мирового машиностроения является разработка и широкое применение инновационных технологий, основанных на современных достижениях науки и техники. Создание новых и совершенствование существующих технологий должны быть направлены на повышение качества рабочих поверхностей за счет получения оптимальных эксплуатационных свойств деталей машин. Значительное влияние на формирование этих свойств оказывает промежуточная среда, через которую происходит взаимодействие микронеровностей. Следовательно, важным резервом повышения качества деталей при их изготовлении и ремонте является модификация их рабочих поверхностей путем создания и применения антифрикционных покрытий.

Из всего многообразия способов получения антифрикционных покрытий наиболее предпочтительными представляются многофункциональные покрытия, позволяющие их использовать для восстановления размеров, сокращения времени приработки поверхностей, а также для нанесения твердосмазочных покрытий [1].

Анализ существующих схем нанесения антифрикционных покрытий показал, что наиболее эффективным, простым в реализации, не требующим сложного оборудования, является метод ФАБО [1, 2], к особенностям которого следует отнести: низкий расход материала покрытия и механической энергии

при натирании, малую продолжительность процесса при использовании автоматизированного оборудования, высокую стабильность и качество покрытия, экологическую чистоту и др. ФАБО позволяет: снизить время приработки деталей в 1,5 – 2 раза, исключить задиры поверхностей трения деталей, повысить несущую способность деталей и соединений, защитить поверхность трения от водородного изнашивания, снизить температуру трения и продлить период работы узла трения при выключении подачи смазки, уменьшить коэффициент трения и тем самым снизить потребление топлива ДВС до 3% и др. [3].

Однако, существующие методы ФАБО характеризуются низкой производительностью, неравномерностью покрытия по толщине, большими нагрузками на инструмент и значительным тепловыделением [4]. Применение технологий и устройств для ФАБО деталей не обеспечивает достаточного упрочнения поверхности деталей, а следовательно – износостойкость на более длительный срок.

Повысить производительность и качество обработки возможно за счет применения новых технологий и схем осуществления ФАБО, разработки инструментов, позволяющих устранить указанные проблемы, использования современных материалов, а также применения эффективных технологических сред для фрикционного нанесения покрытий [5].

В Центральноукраинском национальном техническом университете (г.Кропивницкий) совместно с Таврическим государственным агротехнологическим университетом им. Дмитрия Моторного (г.Мелитополь) на протяжении многих лет проводятся совместные исследования, направленные на повышение эффективности применения ФАБО. Результатом этих работ явилось создание технологий, устройств и технологических сред, позволяющие значительно повысить производительность и качество нанесения покрытий ФАБО. Ниже представлены основные достижения плодотворного сотрудничества ученых ЦНТУ и ТГАУ.

Разработаны способ и инструмент для комбинированной обработки гильз цилиндров, обеспечивающие получение антифрикционного покрытия и

поверхностное упрочнение, что позволило повысить производительность в 3...4 раза по сравнению с известными способами, а также в более чем в 2 раза повысить износостойкость поверхностного слоя [6].

Предложены основы нового направления ФАБО – процесса финишной антифрикционной безабразивной вибрационной обработки (ФАБВО), которая базируется на совмещении четырех видов движения детали и инструмента: вращение детали, вращение и продольная подача инструмента с осцилляцией последнего [7]. Разработанное устройство [8] и способ [9] для нанесения антифрикционных покрытий способом ФАБВО, позволили повысить производительность процесса и качество обработанных поверхностей, а полученный состав поверхностно-активной среды [10] обеспечил формирование на поверхности деталей из легированных сталей равномерных покрытий толщиной 4...6 мкм.

На наш взгляд, наиболее перспективным с точки зрения повышения износостойкости и прочности сцепления покрытия с основой следует считать направление по использованию методов комбинированной обработки. Возможность совмещения ФАБО с методами холодного пластического деформирования, в частности деформирующего протягивания, позволит еще более повысить производительность процесса, а также качество финишной обработки отверстий.

Список литературы

1. Черновол М.И. Способы формирования антифрикционных покрытий на металлические поверхности трения/ М.И. Черновол, И.В. Шепеленко// Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету «Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація». 2012. – Вип.25(1). – С. 3-8.

2. Черновол М.І. Пристрої для фрикційно-механічного нанесення покриттів / М.І. Черновол, І.В. Шепеленко// Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. 2013. – Вип.26. – С. 58 – 62.

3. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность)/ Д.Н.Гаркунов. – М.: МСХА, 2001. – 616 с.

4. Лукашок А.Н. Повышение износостойкости прецизионных пар трения скольжения фрикционно- механическим нанесением покрытий на основе медно-цинковых сплавов / А.Н. Лукашок. – Новополоцк: ПГУ, 2005. – 73 с.

5. Шепеленко И.В. Особенности выбора состава технологической среды для финишной антифрикционной безабразивной вибрационной обработки / И.В. Шепеленко, В.В. Черкун // Вібрації в техніці та технологіях. – 2016. – № 1(81) . – С. 75–80.

6. Соколенко И.Н. Технология поверхностного упрочнения гильз цилиндров двигателей раскатыванием с одновременным нанесением медного покрытия при их восстановлении // Автореф. дис...канд. тех. наук. / И.Н. Соколенко. – Саратов: 1990. – 15 с.

7. Черкун В.В. Підвищення зносостійкості цапф шестерень гідронасосів фінішною антифрикційною безабразивною обробкою// Автореф. дис...канд. тех. наук. / В.В. Черкун. – К., 2011. – 19 с.

8. Пат. 35858А Україна, С23С20/00. Пристрій для фрикційно-механічного нанесення покриттів/ М.І.Черновол, В.В. Черкун, В.М. Наливайко, Є.К.Солових (Україна). – №99010209; заявл. 14.01.1999; опубл. 16.04.2001, Бюл.№3.

9. Шепеленко И.В. Применение вибрации при ФАБО / И.В. Шепеленко, В.В. Черкун // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету» Серія: Технічні науки, Вінниця, 2014. – Випуск 2 (85). – с.28 – 31.

10. Пат. 41439 Україна, С23С 22/05. Поверхнево – активне середовище для нанесення покриттів фрикційно – механічним методом/ В.М. Кропівний, І.В.Шепеленко, В.А. Павлюк-Мороз, В.В.Черкун, М.В.Красота, І.М. Соколенко (Україна). – №200814103; заявл. 08.12.2008; опубл. 25.05.2009, Бюл.№10.

ПРИРОДНИЙ ГАЗ ЯК ПАЛИВО ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ

Кухаренко П.М., к. т. н., Дніпровський державний агроно-економічний університет

Постановка проблеми. Найбільш розповсюдженими двигунами мобільних енергетичних засобів є двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) які працюють на рідкому паливі нафтового походження. Основними перевагами таких двигунів, які визначають їх повсюдне застосування, є високі техніко-експлуатаційні показники роботи та зручність експлуатації. До недоліків слід віднести необхідність застосування дорогих палив високої якості та підвищений вміст шкідливих викидів у відпрацьованих газах. На усунення цих недоліків спрямовані зусилля багатьох науковців та виробників.

Основні матеріали дослідження. Одним з напрямків удосконалення ДВЗ є пошуки альтернативних дешевих палив, найперспективнішими з яких вважаються газоподібні, зокрема природний газ [1,3,4]. Для України важливою перевагою природного газу, як моторного палива, є наявність власних газових родовищ та розвинутої мережі транспортування газу по території держави.

Для використання природного газу у якості моторного палива можуть створюватися спеціальні газові двигуни, але більш ефективним виявляється пристосування (конвертування) існуючих ДВЗ для роботи на газовому моторному паливі (ГМП) [2,5].

Досвід роботи по конвертуванню автотракторних дизелів у газодизелі дозволяє сформулювати як одну із основних задач - розташування на борту трактора достатньої кількості балонів зі стиснутим газом [1]. Схема компоновки газодизельного трактора, в частині розміщення достатньої кількості газових балонів для забезпечення можливості роботи трактора на протязі робочої зміни без порушень техніки безпеки, умов оглядовості, стійкості трактора, дотримання всіх агротехнічних вимог при агрегуванні сільськогосподарських знарядь таким трактором, до кінця не вирішена.

Значні габарити та маса газобалонної установки впливають на показники

оглядовості та можливості агрегування трактора з набором знарядь, на розташування центру мас трактора та його стійкість, на величину та розподіл реакцій на ґрунт, а відтак - і на інші показники – тяговий ККД, ущільнення ґрунту, врожайність с.-г. культур.

Нами тривалий час проводилися випробування газодизельних тракторів тягового класу 1.4, обладнаних системою, яка реалізує роздільний принцип регулювання: роздільно для регуляторної і коректорної ділянок характеристики. Схема цієї системи, захищеної патентом UA 87768.

В процесі дослідження самого газодизельного циклу підтверджено, що екологічні показники конвертованих газобалонних тракторів відрізняються від базових зменшенням вмісту шкідливих викидів у відпрацьованих газах (за рахунок зменшення димності відпрацьованих газів газодизеля), та зміною характеру взаємодії ведучих коліс з ґрунтом (збільшення тиску на ґрунту та зменшення буксування). Дослідження порівняльних токсичних характеристик дизельного і газодизельного двигуна показують, що по вмісту СО та сажі викиди газодизеля мають перевагу. Тому величина забруднення навколишнього середовища в результаті використання газодизельних тракторів в складі машинно-тракторних агрегатів буде меншою.

Для газодизельних тракторів тягового класу 1.4 встановлено, що навішування чотирьох газових балонів на осі задніх коліс попарно, не погіршує їх основні показники (оглядовість, прохідність, стійкість руху та стійкість до перекидання, можливість агрегування трактора з різними знаряддями). При роботі в складі орного машинно-тракторного агрегату покращуються тягові якості трактора, зокрема, буксування на оранці зменшується з 18 до 14%.

Розміщення газобалонного обладнання на тракторі призводить до збільшення експлуатаційної ваги трактора на 0.45 т. В процесі досліджень встановлено, що при рівнозначних значення тиску повітря в шинах ведучих коліс (0,18 МПа) (газодизельного та базового тракторів), твердість ґрунту після проходження газодизельного трактора зростає у порівнянні з базовим на 10...12%. Слід зазначити, що в обох варіантах експлуатації колісного трактора тягового класу 1.4 (з балонами та без балонів) спостерігаються перевищення

допустимих значень тиску на ґрунт його ходовими системами. Цей недолік, при використанні газодизельних тракторів у складі машинно-тракторних агрегатів, доцільно усувати за рахунок встановлення на трактор широко профільних шин низького тиску або за рахунок спарювання задніх коліс трактора.

Результати та висновки:

1. Середньо експлуатаційне заміщення дизельного палива природним газом в газодизельному двигуні не повинне перевищувати 55...60 %.
2. Частка заміщення дизельного палива газом виступає в якості обмежуючого фактору при встановленні необхідної величини об'єму та маси балонів для розміщення змінного запасу газу на тракторі.
3. Схему попарного розміщення чотирьох газових балонів (з загальним об'ємом 40м³ та вагою 450 кг) на півосях трактора тягового класу 1.4 можна вважати найбільш прийнятною, з точки зору оглядовості, прохідності, стійкості руху та стійкості до перекидання, можливості агрегатування з різними знаряддями
4. Вміст СО та сажі в відпрацьованих газах газодизельного трактора менше порівняно з дизельним.

Список літератури.

1. Бабич О.С., Заборський В.П., Масло І.П., Кухаренко П.М., Улексін В.О. Рекомендації по пререобладнанню тракторів для роботи на природному газі та використанню газодизельних тракторів у сільськогосподарському виробництві ДДАУ – ННЦ „ІМЕСГ”, Дніпропетровськ – Глеваха, 2002. 25 с.
2. Вершина Г.А. , Быстренков О.С. Способы организации рабочего процесса газодизельного двигателя. Наука и техника. Т.16. №5 (2017)
3. Савельев Г.С., Шапкайц А.Д., Подосинников В.В., Медведев А.А. Сельскохозяйственные тракторы, работающие на метане. Транспорт на альтернативном топливе № 5 (35), 2013 г.
4. Лапушкин Н.А. Технологии использования природного газа в двигателях автотранспортных средств и силовых установках. Транспорт на альтернативном топливе, 2008.- № 2 (2) .

5. Кухаренко П.М. Методика експериментальних досліджень роботи газодизеля на режимі холостого ходу / П.М. Кухаренко, В.О. Улексін, В.М. Яцук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2011. – Вип. 109. – С. 34–39.

УДК 674.8

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ЗРІЗАНИХ ГІЛОК ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ

Паньков Р.О Аспірант ТДАТУ м. Мелітополь

Аналіз існуючих механізованих технологій переробки зрізаних гілок плодових дерев засобів для зрізу і подрібнення гілок .

Своєчасна і якісна обрізка плодових дерев має велике значення і є одним з найважливіших агротехнічних прийомів при обробці садів. В умовах інтенсивного садівництва контурна обрізка дерев за допомогою машин дозволяє найменш трудомістким процес обробітку плодових дерев і тим самим різко зменшити потребу в робочій силі для виконання робіт по догляду за садами.

В сучасному світі багато різної техніки, безліч країн виробників Італія, США, Китай, Росія, Білорусь, Україна який же віддати перевагу.

Техніка має обиратися згідно з регіоном де вона буде експлуатуватися в кліматичній зоні підходящій для її експлуатації, тільки в цьому лише випадку буде успіх.

Проблема полягає в великих переробних деревних трісках ліній які є важко транспортувань, до місць призначення садів, посадок, парків. В умовах дефіциту в Україні традиційних джерел енергії на потреби сільського господарства в ній в значній мірі можуть бути задоволені за допомогою нетрадиційних носіїв. Крім економічного це буде і значний екологічний ефект, оскільки з досліджень, обсяг втрат не відновлюваної енергії в розрахунку

екологічно обмеженим і його граничний розмір на 1 га становить 40 млн.кквал. З цього бар'єром витрат додаткової кількості не відновлюваної енергії починається реальне забруднення навколишнього середовища.

Причини існування проблеми велика енерговитратність, для отримання кінцевої продукції брикету дороге обладнання Розглянемо докладніше кожен етап виробництва: Рубальні машини (дробарки) подрібнюють деревину до фракції з розмірами не більше 25x25x2 мм для подальшої сушки. Найкраще для зниження енерговитрат на сушку подрібнювати до меншої фракції.Древесная сировину перед пресуванням має мати вологість 10% ± 2%. Сировина більшою або меншою вологістю вимагає додаткового зволоження або додаткової сушки. Сушарки поділяються на два типи: барабанного і стрічкового типу: дорожче, але безпечніше. За типом сушильного агента вони діляться на сушарки на топкових газах, гарячому повітрі і водяної пари. За типом виду палива для виробництва.

Негативне наслідки невирішеність проблеми висока вартість брикетів з тріски фруктових дерев, і всіляких дерев. У проекті запропоновано технологію виготовлення паливних брикетів зі зрізаних гілок плодкових дерев. Визначено, що збір гілок з 1 га саду складає близько 7т. Встановлено, що вологість гілок не повинна перевищувати 12% .. 2. Проведено аналіз у виробництві машин певна технічна характеристика параметрів різного класу машин, дає можливість для будь-якого процесу підібрати підходящу машину з певною продуктивністю, потужністю і іншими експлуатаційними показниками.

Можливі шляхи вирішення проблеми комплексне вирішення проблеми, виготовлення додатковий насадок на прес і зменшення автоматичних ліній до транспортування до місць переробки деревних відходів щепи. Пресс скорпіон використовують для виробництва брикетів із загальних видів біомаси: тріска плодкових дерев, і всіляких видів дерев солома, лузга, стебло соняшника та кукурудзи, тріски та інші. Можливо працювати як в автоматичному режимі - автоматична подача сировини за допомогою шнека ,або плунжера Прес не має особливих вимог до приміщення, можливо встановлювати як на вулиці (під покрівлю, для запобігання попадання води), так і в приміщеннях. Не потребує

виготовлення фундаментна для пристрою.

Труднощі при вирішенні проблеми обраним напрямом модернізація ударних молотів та головок з нарізом змінення стандартної кубічної форми, на нестандартні форми молота і циліндра на виході готового брикету . Наукова проблема полягає в необхідності підвищення ефективності функціонування автоматизованості за рахунок своєчасного збору, оновлення, аналізу, якісної обробки і передачі інформації, необхідної для обґрунтованого прийняття рішень щодо ефективного управління процесом виробництва брикетів з метою забезпечення його оптимального Енергозберігаючі режими роботи, втрати енергії за рік $6,48 \cdot 10^6$ ГДж і отримання продукції необхідної якості. Аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень показав, що застосування зріза подрібнених гілок як брикетів з тріски можливий.

Список літератури

1. Черевко Г.П. Вдосконалення енергетичної бази сільського господарства України//Економіка України, № 10.-К., Преса України, 1993, 62 с.
2. Ангилеева О.Г. Комплексная утилизация побочной продукции растениеводства.-М.:Росагропромиздат, 1990, 160 с.
3. Zugmut Joe, Rippenga/Robert Использование соломы в качестве топлива//Farmer Weekly №5 – 1993.-52 с.
4. Robert Коу Источники энергии, применяемые в сельском хозяйстве// Farmer Weekly №9– 1993.-26с.
5. Dunn Norman Оборот используемых земель в Швеции// Farmer Weekly №5 – 1993.-36 с.
6. Заявка 2665906 МКИ С 10 5/44. Установка для получения брикетов из початков кукурузы./Humbert Benedict (Франция) – Опубл. 21.02.92.
7. Антонов Ю. Отходы на тепло//Сельский механизатор, №1 – М., ВО «Агропромиздат», 1993. – 11 с.
8. Система для прессования брикетов. Пат. 48846826ША, МКИ4 В 65 Д 71/00 /Weder E.H.Highland Manufacturing and Sales Co - № 605386 опубл. 05.12.89.
9. Прессы брикетировочные. Заявка 3831528 ФРГ, МКИ 5 В 30

ВП/24/Heimer Frahz/ Оpubл. 29.03.90.

10 Устройство для брикетирования опилок. А.с. 1706870 МКИ 4 5 В 27 №3/20. А.М.Пицур, Т.М.Шкиря. Львовский лесотехнический институт.

11. Устройство для брикетирования древесных частиц. А.С.1749034 МКИ 4 5 В27 № 3/28. В.И. Сулимов, А.К. Гороховский, Г.А. Повод. Уральский лесотехнический институт.

12. Брикетный пресс. А.с. 1373356, МКИ А 01 F15/00. Рощин П.И., Князев В.В., Яговсикий П.В. Кировский сельскохозяйственный институт.

13. Способ получения топливных древесных брикетов. А.с. 1754768 МКИ 5 С 10 5/44. Н.М. Гришаков, В.Н. Николаев, А.И. Николаева, Т.П. Швец. НПО

14. Способ получения топливных брикетов. А.с. 1756330 МКИ 5 10 F 7/06, В.В. Борисейко, Н.П. Марук, И.Н. Мерыщева. Белорусский комплексный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт топливной промышленности.

15. Состав для получения брикетировочного топлива. А.с. 173700 МКИ 5 С 10 5/44. Р.С. Фармозян, Э.А. Гогинян, С.А. Даштоян, В.А. Манукян, А.А. Набалдян. НПО «Камень и силикаты».

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПЕРЕРОБКИ ГНОЮ ТВАРИН ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ

Асадян Д.С., бакалавр,

Скляр О.Г., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Агропромисловий комплекс впливає на навколишнє середовище, забруднюючи її своїми відходами тваринницьких ферм і комплексів. Так, в результаті життєдіяльності тварин, виникає велика кількість відходів, які можна розглядати як проблему, або як додаткове джерело доходу [1]. В гної тварин, можуть міститися насіння бур'янів, при попаданні яких на поля, вони можуть чинити негативний вплив на культурні рослини. Гній також може стати джерелом захворювань та інфекцій, забруднюючи підземні води і погіршуючи екологічну обстановку.

Негативний вплив відходів життєдіяльності тварин або птахів на навколишнє середовище відбувається в зв'язку з недосконалістю використовуваних технологій переробки гною (пташиного посліду) і самих технічних засобів. Можна знизити їх вплив шляхом переробки його на основі маловідходних і безвідходних технологій для отримання високоякісного добрива [2].

Враховуючи сказане, метою переробки гною є зниження забруднення навколишнього середовища та отримання високоякісного добрива.

При переробці необхідно вирішити наступні завдання [3]:

- видалити запах;
- знищити патогенні мікроорганізми і насіння бур'янів;
- зменшити потенційне забруднення гною;
- підготувати гній на реалізацію;

- знизити собівартості добрив.

У світовій практиці відомі такі технології переробки гною:

1. Компостування.

Компостування є аеробним розкладанням гною або інших органічних матеріалів. Під час цього процесу, відходи і органічні речовини можуть розкладатися. Оскільки кисень необхідний для компостування, компост слід регулярно перемішувати, забезпечуючи доступ кисню. Цей процес завершується, коли компост перестає розігріватися [4]. Отриманий в результаті бродіння продукт, без запаху, з низьким вмістом вологи і являє собою дрібнотекстурний матеріал, який може бути використаний в якості добрива [2].

Недоліки компостування включають в себе: запахи, втрати азоту та інших поживних речовин, повільне вивільнення доступних поживних речовин, досить велику займану площу, навантаження гною, час обробки, вартість навантажувально-розвантажувального обладнання. Стоки, вилуговування і гідроліз – все це впливає на рівень поживних речовин, втрати в навколишнє середовище під час компостування [3]. Ця втрата поживних речовин може перешкоджати використанню компосту.

Для підвищення ефективності та зменшення часу переробки гною також використовують таку біотехнологію як вермікомпостування або використання відповідних бактерій [5]. Даний спосіб дає хороший результат і якісний біогумус, але має певні недоліки, такі як: значна тривалість компостування, некерованість мікробіологічними процесами, необхідність відокремлювати черв'яків від біогумусу, сезонність виробництва, потрібні великі площі, виникають суттєві втрати поживних речовин через випаровування і значні трудовитрати.

2. Пелетування.

Пелетування, також спосіб, відомий як екструзія, перетворює свіжий гній в сухий, простий в використанні, готовий продукт, який можна використовувати в якості добрива, кормової добавки або енергетичного палива. Гній пресують

при високих температурах і тиску, а потім проводять екструзію в штампі з утворенням гранул [4].

Незважаючи на те, що гранули можуть бути отримані в великих кількостях, їх реалізованість обмежується недостатніми ринками, і високими витратами на транспортування [5].

Є кілька галузей, в яких технології можуть бути поліпшені. В даний час при гранулюванні виникають складнощі, якщо вміст вологи великий, які можуть призвести до додаткових витрат на технічне обслуговування обладнання. Пелетування – енерговитратний процес, для його реалізації потрібно обладнання, вартість якого досить велика, а корисні властивості гною після пелетування, при використанні пелет в якості добрива, в значній мірі знижуються [6].

3. Анаеробне зброджування.

Анаеробним зброджуванням є розкладання гною в безкисневому (анаеробній) середовищі [1-3].

Анаеробне зброджування працює в чому таким же чином, як шлунково-кишковий тракт ВРХ, мікроорганізми перетравлюють гній. Одним з останніх етапів травлення є перетворення гною на біогаз за допомогою бактерій. Біогаз являє собою комбінацію з метану, двоокису вуглецю, азоту, водню, окису вуглецю, кисню і сірководню. Близько 55...70 % в біогазі – метан, а інша частина складається в основному з двоокису вуглецю. Як правило, азот, водень, окис вуглецю, кисень і сірководень знаходяться в невеликих кількостях. Метан в біогазі схожий на природний газ, і після очистки він може бути використаний в якості палива в двигунах внутрішнього згорання, що працюють як генератори, і виробництва електроенергії [6].

Переваги даного методу:

- виробляє високоякісне добриво. Під час переробки, азот перетворюється в аміак, який є спільним компонентом комерційних добрив легко засвоюється рослинами. При застосуванні такого добрива поверхневі і ґрунтові води не забруднюються;

- при анаеробній переробці відбувається знищення патогенних

мікроорганізмів і насіння бур'янів;

- анаеробне зброджування зменшують неприємні запахи;

- біогаз, отриманий при анаеробному зброджуванні, може бути використаний для вироблення електроенергії на фермі або для реалізації. Також його можна використовувати на місці, в котельних установках і для приготування їжі.

Велика частина устаткування, яке використовує природний газ, бутан, пропан як паливо, може бути модифікована, щоб використовувати біогаз [8]. Недоліком даного методу є великі початкові витрати.

Список літератури.

1. Войтов В.А. Аналіз технологій утилізації відходів птахівництва за кордоном. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Вип. 19. Т. 4. С. 100-109. (DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-100-109).

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біотермічна твердофазна ферментація гною. Праці ТДАТА. Мелітополь, 2008. Вип. 8. Т.3. С. 145-150.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз способів та засобів для перемішування субстрату в метантенках біогазових установок. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine, 2019. Vol. 10. No 4. 33-37.

5. Мілько Д.О. Особливості процесу метаногенерації пташиного посліду. Науковий вісник ТДАТУ: Електронне наукове фахове видання. Вип.8. Т.2. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. (DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6)

6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Харків, 2015. Вип. 156. С. 649-655.

АВТОТЕРМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ КАРБОНІЗАЦІЇ ПТАШИНОГО ПОСЛІДУ

Гера А.М., бакалавр,

Скляр Р.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Всі відходи органічного походження можна розглядати як вид палива з притаманною йому теплотворною здатністю. До теперішнього часу є досвідчені дані для оцінки горючості різних органічних відходів. Нижня межа теплоти згоряння, при якому можна спалювати їх без додаткового палива, становить 3,35...4,19 МДж/кг [1]. Згідно з літературними даними, підстилковий курячий послід має теплоту згоряння приблизно 10,7 МДж/кг при середній вологості 55%. Ґрунтуючись на наведених даних, можна зробити висновок про можливість термічної переробки підстилкового посліду без застосування додаткового палива. У відомих технологіях переробки пташиного посліду додаткове паливо, як правило, застосовується. Тому, зважаючи на високу вартість природного газу та обладнання, утилізація посліду на птахофабриках застосовується рідко.

В наслідок накопичення значних обсягів відходів екологічна ситуація на прилеглих до птахофабрик територіях вкрай складна. Альтернативою відомим технологіям утилізації курячого посліду може служити автотермічна технологія карбонізації твердого палива в шахтних реакторах щільного шару [2,3].

Технологію переробки пташиного посліду шляхом його карбонізації представлено на рис. 1.

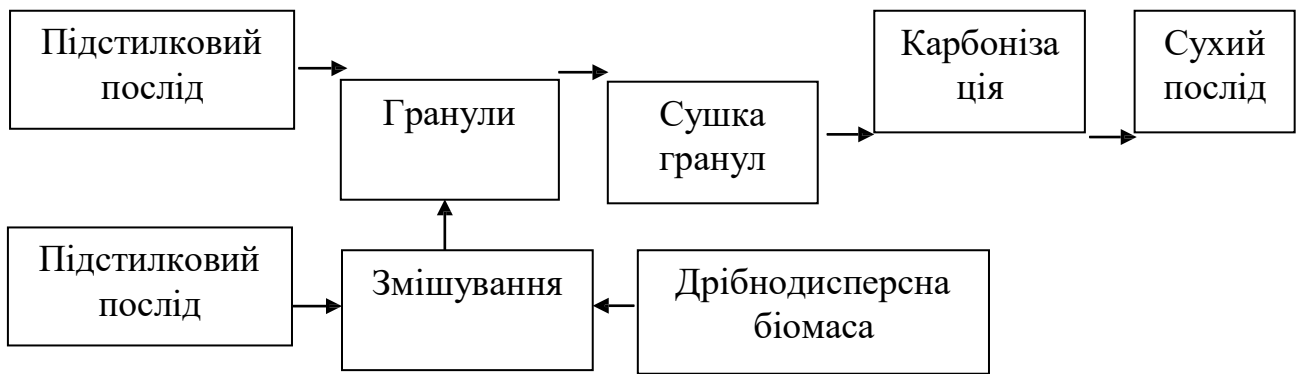


Рис. 1. Технологічна схема переробки пташиного посліду

Спочатку з підстилкового посліду на шнековому екструдері виготовляються вологі гранули діаметром 6...10 мм. Для можливості грануляції липкого і вологого безпідстилкового посліду в нього додається і змішується з ним дрібнодисперсна біомаса (тирса, торф, січка соломи). Суміш посліду і біомаси спрямовується на грануляцію. Отримані гранули сушаться 57 діб природним шляхом або в сушильній установці до вологості не більше 40%.

Потім здійснюється карбонізація гранул в шахтному реакторі в наступній послідовності (рис. 2).

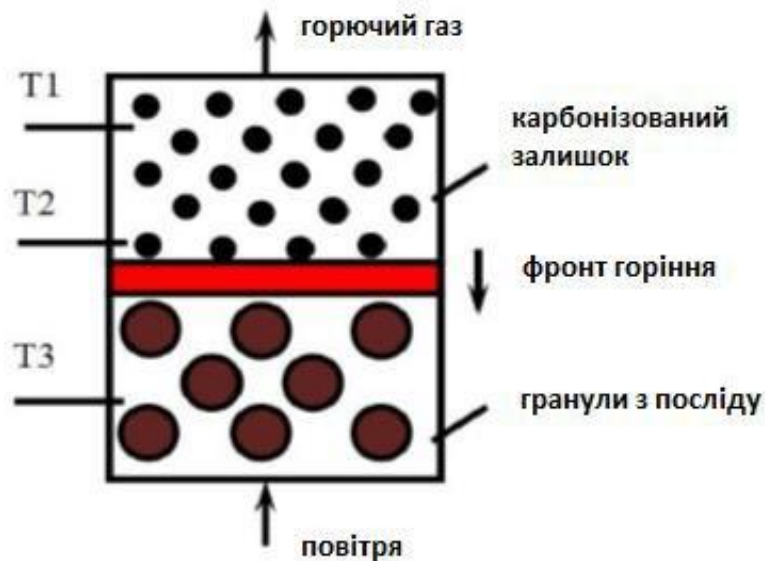


Рис. 2. Схема карбонізації
посліду: T1, T2, T3 - термомари

Гранули завантажуються в реактор, запалювання відбувається зверху, а повітря, що регулюється, подається знизу. В результаті первинного нагріву гранул виділяються летючі речовини, які, частково згораючи, утворюють фронт

горіння по всьому перетину реактора. Фронт горіння рухається зверху вниз, а за фронтом залишається карбонізований послід. З реактора виводиться горючий газ, який спалюється в котлоагрегатах або на свічці. Після досягнення фронтом горіння колосникових ґрат процес карбонізації завершується. Реактор остигає, потім з нього вивантажується карбонізований залишок.

При термічній переробці пташиного посліду втрати азоту не перевищують 5%, а концентрація поживних елементів зростає майже втричі в порівнянні з вихідним рівнем. Отриманий карбонізований залишок можна гранулювати з додаванням мінеральних добрив або використовувати самостійно.

Список літератури.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Основи біогазових технологій та параметри оптимізації процесу зброджування. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2009. Вип. 9. Т.1. С. 18-28.

2. Мілько Д.О. Особливості процесу метаногенерації пташиного посліду. *Науковий вісник ТДАТУ: Електронне наукове фахове видання*. Вип.8. Т.2. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. (DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6)

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132-138.

4. Григоренко С.М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка*: Наукове фахове видання. Харків, 2019. Вип.199. С. 267-275.

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз способів та засобів для перемішування субстрату в метантенках біогазових установок. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine, 2019. Vol. 10. No 4. 33-37.

6. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків, 2015. Вип. 156. С. 649-655.

ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ, НАНЕСЕННОЙ НА ОБРАБАТЫВАЕМУЮ ПОВЕРХНОСТЬ НА ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ

Бурдин В.М., магистр,

Колодий А.С., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет
имени Дмитрия Моторного, г. Мелитополь, Украина

Постановка проблемы. Многие ученые занимаются проблемой исследования нанесения среды на поверхность обрабатываемого материала. Нанесения среда на обрабатываемую поверхность сильно влияет на механические свойства обрабатываемого материала. Исследовали такие среды как свинец, графит и т.д. Но по нашему мнению ученые не достаточно внимания уделили стеариновой кислоте. Следовательно наши исследования направлены на проверку рациональности нанесения стеариновой кислоты на поверхность обрабатываемого материала.

Основная часть. Мы проводили испытания по следующим условиям:

- способ резания: ортогональное резание со скоростью 1 м/мин за счет подачи стола вертикально-фрезерного станка.
- обрабатываемый материал: в основном медь; кроме того, мягкая сталь, алюминий и латунь 4:6.

На длине резания 250 мм были расположены три последовательных зоны длиной по 80 мм: вспомогательный участок, участок с покрытием и очищенный участок (резание всухую); толщина обрабатываемого листа - 3 мм.

Режущий инструмент: твердосплавный резец (Т15К6); передний угол $\alpha = 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$; задний угол $\gamma = 6^\circ$; заточка алмазным кругом.

Коэффициент резания: на длине резания 80 мм этот коэффициент определяли по результатам замера длины стружки.

На участке обрабатываемой поверхности, покрытом стеариновой кислотой, сопротивление резанию оказалось ниже, чем на очищенном участке

(резание всухую). На рис.1 показана зависимость между сопротивлением и глубиной резания при обработке меди резцами с различными значениями передних углов.

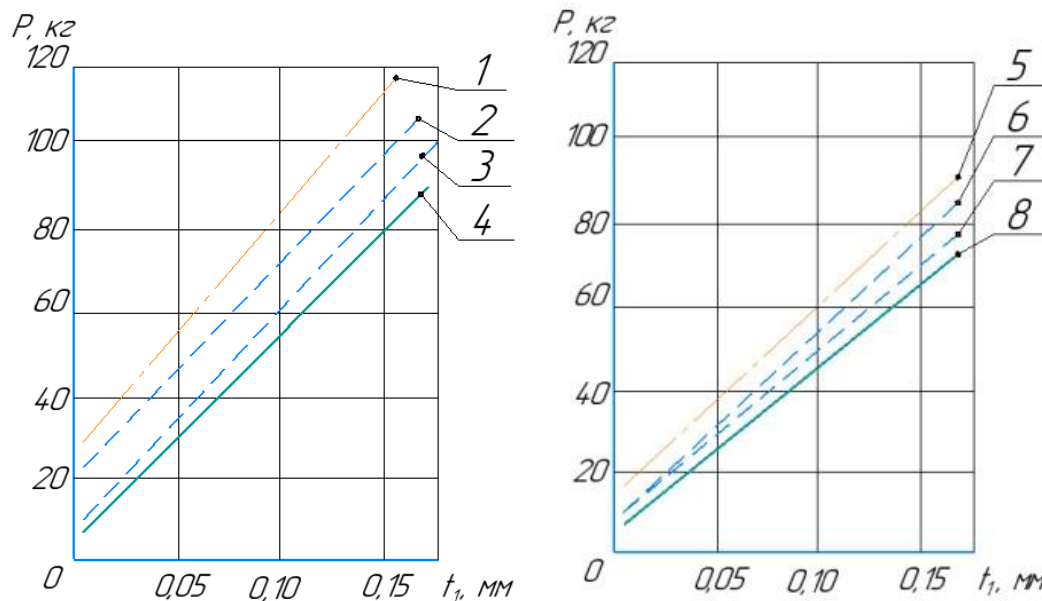


Рис. 1 Зависимость сопротивление резанию от глубины резания:

1, 2 – резания без покрытия при переднем угле 20 и 25°; 3, 4 – резание с покрытием при переднем угле 20 и 25°; 5, 6 – резания без покрытия при переднем угле 30 и 35°; 7, 8 – резание с покрытием при переднем угле 30 и 35°

Поскольку снижение сопротивления резанию при наличии покрытия мало зависит от глубины резания, в этом случае можно предполагать значительное уменьшение вдавливающего усилия. Эта тенденция сохраняется при любых значениях переднего угла, хотя заметны некоторые различия, состоящие в том, что при меньших передних углах, как это видно из рисунка, сопротивление резанию уменьшается в большей степени.

Вывод. Анализ результатов исследования влияния среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на условия низкоскоростного ортогонального резания позволяет сделать следующий вывод: наличие среды, нанесенной в виде покрытия на обрабатываемую поверхность, приводит к увеличению угла сдвига и к снижению сил сопротивления резанию, но, с другой стороны, способствует увеличению коэффициента трения на передней грани резца.

Список литературы.

1. Sushko, S. Kiurchev and oth. Grains Dynamic Strength Determination and the Optimal Combination of Components of a Diamondiferous Layer of Grinding Wheels / Sushko O // Modern Development Paths of Agricultural Production. Trend and Innovations. – Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2019. – p. 259-266.
2. Колодий О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.
3. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням». Методичний посібник з виконання лабораторних робіт / Колодій, Кюрчев, Сушко, Ковальов. – Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2020. – 136 с.
4. Колодий А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання; Вип. 19, т. 4 С. 253-259
5. Ямада, Тамура. Сэймицу кикай, т. 31, №3 1995, 240

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ

Азаров С.О., бакалавр,

Колодий А.С., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет
имени Дмитрия Моторного, г. Мелитополь, Украина

Постановка проблемы. За последнее время развития технологий повышают требования к станкам и способам обработки. Возникла необходимость создание теории резания, которая бы смогла бы связать основные вспомогательные величины способа. Однако в основе всего многообразия форм и методов обработки лежат единые закономерности, связанные с процессами стружкообразования и износа режущего инструмента. В идеале теория должна предсказывать такие факторы как стойкость режущего инструмента, усилие резания и качество обрабатываемой поверхности, при условии, что задают элементы режимов резания и физико-механические свойства детали и режущего инструмента. Данная теория была бы очень полезная при программировании станков с ЧПУ. В данное время эта проблема решается исключительно эмпирическим путем.

Одно из наиболее полных исследований было проведено В.И. Карповым и И.Б. Филипченко в томском политехническом институте. Так же данной проблематикой занимались А.Н. Зелинский и А. К. Назаров [1-3].

Основная часть. Один из самых значительных и в большинстве случаев применяемых методов для анализа плоского пластического течения - метод поля линий скольжения. В этом методе решение принимает форму прямоугольной системы кривых (линий скольжения), направления которых в каждой точке пластической зоны изображают направления максимального напряжения сдвига и величин удлинения сдвига (у изотропного материала эти направления совпадают). Для изменений напряжения и скорости вдоль линий скольжения составляются уравнения. В возможном поле линий скольжения

должны соблюдаться все пограничные условия для натяжения и скорости при применении этих уравнений вдоль линий скольжения. Если вместо этого для анализа применяется теория предсказания поля линий скольжения, то необходима последующая проверка, имеет ли величина деформации в пределах пластической зоны всюду положительные значения и не превзошли ли связанные с этим распределения напряжений во взятых неподвижных и упругих зонах, предел текучести при растяжении. Отличное описание метода содержится в книгах Hill и Johnson и Mellor [4-5].

В теории линий скольжения предполагается, что плотность материала во время пластичной деформации остается постоянной (константный объем), что можно выразить величинами растяжения в следующем уравнении:

$$\dot{E}_x + \dot{E}_y + \dot{E}_z = 0$$

где E_x, E_y, E_z – декартовы компоненты величины растяжения. Если состояние плоской деформации так определяется, что x, y – типичная плоскость скольжения и скольжение не зависит от z , тогда

$$E_z = 0 \text{ и}$$

$$\dot{E}_x = \dot{E}_y \quad (2)$$

Уравнение 2 можно изобразить кругом. Видно, что величина растяжения вдоль линий скольжения равна нулю. Это означает, что при рассмотрении коротких элементов линий скольжения их можно представить как жесткие звенья, так как растяжение вдоль элемента должно быть равно нулю. Другими словами, две соседние точки в пластичной зоне расположены на одной линии скольжения, если их относительные скорости направлены вертикально к их соединительной линии. Это обстоятельство позволяет изобразить поля линий скольжения на основе наблюдаемых картин течения. Его можно использовать путем составления диаграммы скорости для последующей проверки, допустимо ли предложенное поле линий скольжения в отношении скорости.

Изменение среднего (гидростатического) напряжения сжатия вдоль линий скольжения можно вычислить на основе известного уравнения, которое выражает равновесие напряжения в отношении линий скольжения:

$$p + 2k\phi = 0 \quad (3)$$

При этом p - гидростатическое напряжение, которое действует перпендикулярно по отношению к линиям скольжения, k - напряжение передачи усилий сдвига (при выведении этих уравнений принято постоянным), действующее параллельно линиям скольжения и ψ - направление вращения против часовой стрелки по отношению к неподвижной оси. Из уравнений (3) видно, что изменение p прямо зависит от угла, около которого колеблется линия скольжения. Если k не принимается постоянным, тогда уравнения для равновесия напряжения в отношении линий скольжения выглядят так:

$$\frac{\delta p}{\delta s_1} + 2k \frac{\delta \varphi}{\delta s_1} - \frac{\delta k}{\delta s_2} = 0 \quad (4)$$

При этом S_1 и S_2 означают расстояния, которые измеряются вдоль линий скольжения I или II. Уравнения (4) были описаны сначала Christopherson [6] в статье об анализе ортогонального способа обработки. Если k изменяется во время деформации, уравнения (6) показывают, что изменение p вдоль линии скольжения зависит не только от угла, около которого колеблется линия скольжения, но и от величины изменения, k вдоль линии скольжения. Отсюда имеем, что непрерывности скорости, как плоскость АВ на рис. 1 только тогда имеют место, когда k - постоянная, и что при действительных соотношениях эта плоскость должна быть заменена ограниченной пластичной зоной (рис. 1).

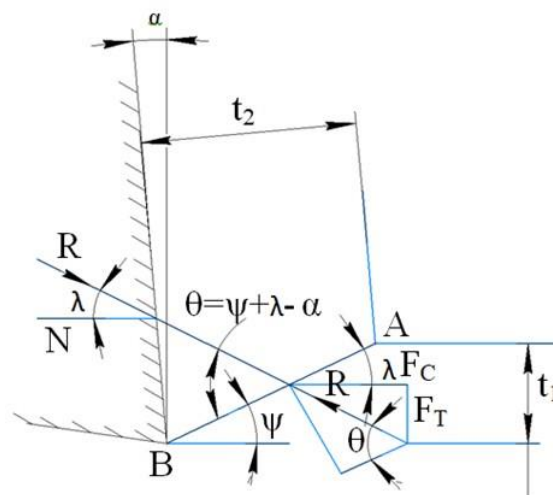


Рис.1. Модель поверхности стружкообразование

Вывод. Плохое согласование теории поверхности сдвига с экспериментальными результатами связано, в основном, с тем, что модель поверхности сдвига требует упрощения со связанным с этим предположением,

что материал деформируется с постоянным напряжением течения. Это условие, хотя и редко сформулированное, присутствует во всех анализах, которые опираются на модель поверхности сдвига. Исследования поля линий скольжения экспериментальных картин показали, что только с учетом переменного k можно получить согласование между опытом и практикой.

Список литературы.

1. М.Е. Merchant. Mechanics of Metal Cutting Process. J. Appl. Phys, 1945. – 267
2. Е.Н. Lee. The Theory of Plasticity Applied to a Problem of Machining, J. Appl. Mech. Trans. A.S.M.E. 1951. – 405
3. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов. М.: Машиностроение. 1979. 152с.
4. Автоматичне управління процесами обробки металів різанням / Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2020. 136 с.
5. O.V. Sushko, O.S. Kolodii, O.V. Penyov. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv. 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.
6. O. Sushko, S. Kiurchev, O.S. Kolodii and oth. Grains Dynamic Strength Determination and the Optimal Combination of Components of a Diamondiferous Layer of Grinding Wheels. Modern Development Paths of Agricultural Production. Trend and Innovations. Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2019. P. 259-266.
7. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання; Вип. 19, т. 4 С. 253-259
8. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плинину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕОРИЙ ПРОЦЕССА СТРУЖКООБРАЗОВАНИЕ

Азаров С.О., бакалавр,

Колодий А.С., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Постановка проблемы. В настоящее время теория процесса стружкообразования должна облегчить предсказание таких факторов как усилия резания (затрачиваемая мощность), стойкость режущего инструмента и качество поверхности, проблемы разрабатываются преимущественно эмпирическим путем, который включает прямое измерение таких интересующих нас параметров, как стойкость режущего инструмента на основе опытов. Измерения требуют очень много времени, а полученные результаты можно надежно переносить только на рабочие условия, подобные условиям опытов. Теоретический метод должен дать результаты, которые можно применить в более широкой области условий резания и которые достижимы с намного меньшими затратами труда и времени, поскольку они опираются на основные свойства.

Основная часть. При исследовании процессов обработки большинство исследователей учитывали относительно простой способ прямоугольной обработки, при котором верхний слой материала снимается инструментом с прямой режущей кромкой.

Теории способа резания металла, могут также охватить те условия, которые приводят к прерывистому стружкообразованию и к образованию нароста на режущей кромке. До недавнего прошлого большинство исследователей на основе микрофотоснимков сечения стружки предполагали, что процесс образования стружки при прямоугольной обработке, где стружка образуется срезом вдоль так называемой плоскости среза. Этой моделью скорость работы мгновенно переставляется на скорость образования стружки, что требует

прерывистости в тангенциальной скорости. Подобные прерывистости скорости часто применяются в исследованиях линии скольжения у способов обработки без снятия стружки и обработки резанием при плоских условиях удлинения, и важно определение, что хотя соблюдается непрерывность течения (стружки), они имеют силу только для идеальных жестких пластических материалов, которые деформируются при постоянном напряжении течения. Плоскость среза, рассматриваемая как прерывистость скорости (поле линии скольжения, дает направление максимальной величины сдвигового удлинения, в этом случае бесконечного, и максимального напряжения сдвига). Для прямой плоскости среза скорость во всех точках по её длине постоянна, при постоянной скорости стружки и вследствие этого скручивания стружки не происходит. Обычно скорость в практике не постоянна, а увеличивается в направлении режущей кромки, и стружка отходит от инструмента и скручивается.

Для заданной толщины обработки снятием стружки t_1 (рис. 1) и угла схода стружки γ , надо знать или угол среза θ , т.е. угол, образованный АВ и направлением скорости резания, или же толщину стружки t_2 , и тогда мы будем иметь все величины, данные на рис.1.

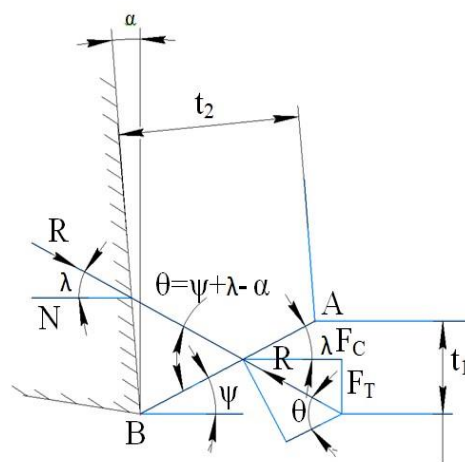


Рис.1. Модель поверхности стружкообразование

Вывод. Плохое согласование теории поверхности сдвига с экспериментальными результатами связано, в основном, с тем, что модель поверхности сдвига требует упрощения со связанным с этим предположением, что материал деформируется о постоянным напряжением течения.

Список литературы.

1. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов / М.: Машиностроение. 1979. 152с.
2. Автоматичне управління процесами обробки металів різанням / Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2020. 136 с.
3. O.V. Sushko, O.S. Kolodii, O.V. Penyov. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv. 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.
4. O. Sushko, S. Kiurchev, O.S. Kolodii and oth. Grains Dynamic Strength Determination and the Optimal Combination of Components of a Diamondiferous Layer of Grinding Wheels. Modern Development Paths of Agricultural Production. Trend and Innovations. Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2019. P. 259-266.
5. Колодій А.С., Парахин А.А. Аналіз процесу стружкоутворення// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання; Вип. 19, т. 4 С. 253-259
6. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.

DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF THE INJECTOR-SLOT MILK HOMOGENIZER OF MILK WITH SEPARATE GIVING OF CREAM

Author: assistant of the Department of OPHV A. Kovalyov (Ukraine, Melitopol, TSATU)

Formulation of the problem. Homogenization is used in most technological lines of dairy production. Its use ensures the production of a product with a high degree of dispersion, the average particle size of the dispersed phase according to regulatory requirements should be 0.8 μm [1]. However, grinding the fat phase to such a size in the most common valve homogenizers machines requires high energy consumption, amounting to more than 8 kWh/t of processed product [2]. A promising direction to reduce the energy costs of the process while ensuring a normatively justified degree of homogenization are jet homogenizers, the principle of which is based on creating the maximum difference between the rates of dispersion and dispersed phases of the product [3, 4].

The main research materials. Providing a technologically determined average diameter of fat globules after dispersion is no less important than reducing the energy costs of the process. In the laboratory sample of the jet-slit homogenizer of milk developed in TSATU dispersion occurs due to creation of the maximum difference of speeds of movement of dispersion and dispersed phases of a product [5]. During its operation, pre-skimmed milk at high speed enters the place of greatest narrowing of the confuser, where it is added through the annular slit the required amount of cream [6]. When moving in skim milk, the fat ball due to the action of significant tangential stresses is drawn in the direction of flow and when the resistance forces exceed the forces of interfacial tension is divided into several smaller structures [7].

The maximum phase difference in this type of installation is provided by applying the cream at the place of greatest narrowing perpendicular to the flow [5, 7]. In this case, the energy consumption and dispersion of the milk emulsion will be

directly related to the parameters of the cream supply channel for the overall assessment of the impact of which the coefficient of jet homogenization is introduced [5]. To determine the rational parameters and modes of operation of the dispersant, this indicator should take into account the fat content of the cream, the width of the annular gap and the speed of the dispersed phase of the product [1, 6].

In the course of analytical studies in the study of the average diameter of fat globules after dispersion, it was necessary to use the coefficient of jet-slit homogenization as a value that would take into account the influence of cream fat, ring slit width and cream feed rate on the dispersed characteristics of the finished emulsion. Ideally, the fat content of the cream should be 100%, they should be fed through an annular slit 0 mm wide at a speed of 0 m/s [4, 7, 8]. However, since it is not possible to reproduce such conditions in practice, it is necessary to take into account the influence of these factors on the average diameter of fat globules [5].

After conducting experimental studies, graphs of the influence of fat content, cream velocity and ring slit width on the corresponding coefficients were constructed. Empirical equations were found for each of the coefficients [3, 4, 8]. Taking them into account will ensure the selection of rational modes of operation of the jet-slit homogenizer of milk to ensure the production of dairy products with a technologically specified average diameter of fat globules. And this, provided that the simultaneous reduction of energy costs for the dispersion process will give the manufacturer the necessary advantages over competitors in the struggle to increase consumer demand [9].

Results and conclusions. To increase the degree of dispersion, which is achieved by increasing the coefficient of jet-slit homogenization, you should use high-fat cream, which should be fed through the annular slit of minimum width at a minimum speed. The reduction of the specific energy costs of the process, which reaches for jet machines 7–10 times in comparison with the valve homogenization, is achieved through the use of the principle of separate phase feed.

List of references

1. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. М: Колос. 2001. 420 с.

2. Курочкин А.А., Ляшенко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства. Учебник. М: Колос. 2001. 440 с.
3. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Підвищення ефективності струминного гомогенізатору молока з роздільною подачею вершків. *Інноваційні енерготехнології* : Зб. праць 5-ї наук.-практ. конф. Одеса: ОНАХТ, 2015. С 246–252.
4. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Колодій О.С., Серий І.О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію Вебера струминно-щільного гомогенізатора молока. *Праці ТДАТУ*. 2019. Вип.19. Т.3. С 78–85.
5. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Колодій О.С., Лебідь М.Р. Експериментальні дослідження параметрів струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків щільового типу. *Праці ТДАТУ*. 2019. Вип.19. Т.2. С 117 – 129.
6. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Використання нормалізації у струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею вершків. *Праці ТДАТУ*. 2014. Вип.14. Т.1. С. 37–45.
7. Самойчук К.О., Ковалев А.А., Паляничка Н.А. Обоснование основных параметров струйного гомогенизатора молока. *Международный научный институт «Educatio»*. 2015. №9. Ч. 1. С. 114–118.
8. Самойчук К. О., Ковалев А. А. Струйно-щелевой гомогенізатор для переработки молока. *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции* : Сб. статей 4-й междунар. науч.-практ. конф. Минск: БГАТУ, 2019. С. 118–120.
9. Нужин Е.В., Гладушняк А.К. Гомогенизация и гомогенизаторы: монография. Одесса: Печатный дом. 2007. 264 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРУЙНО–ЩЕЛЕВОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА

Ковалев А. А (Украина, Мелитополь, ТГАТУ)

Постановка проблемы. Гомогенизация является одним из наиболее затратных процессов, составляющих технологию производства молочных продуктов. Наиболее распространенная в молочной промышленности конструкция клапанного гомогенизатора имеет удельные затраты энергии на уровне 8 кВт·ч/т гомогенизированной молочной эмульсии. При этом в процессе обработки молока на клапанных гомогенизаторах средний размер получаемых жировых шариков составляет около 0,85 мкм. Этот показатель находится в диапазоне значений средних размеров жировых шариков, обусловленных требованиями нормативной документации (0,8–1,2 мкм) и полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к качеству продукта [1].

Снижение энергозатрат при обеспечении необходимого качества (требуемой дисперсности) молочной эмульсии имеет ряд трудностей, основной из которых является отсутствие единой теоретической базы процесса диспергирования. Отсутствие данных, которые исчерпывающе объясняют суть процессов, происходящих в области клапанной щели, объясняется микроскопическими размерами жировых шариков (менее 1 мкм), высокими скоростями протекания процесса (более 100 м/с), низкой прозрачностью молочной эмульсии и рядом других факторов. Исследования, проведенные при изучении перспективных способов повышения энергоэффективности процесса, выделяют в качестве основного фактора, обеспечивающего уменьшение размеров жирового шарика и, следовательно, обеспечения необходимого качества молока разницу между скоростями дисперсионной (обезжиренное молоко) и дисперсной (сливки) фазами продукта [2, 3].

Основные материалы исследования. Среди устройств, обеспечивающих максимальную разницу скоростей фаз, выделяются малоизученные

конструкции струйных гомогенизаторов [2, 4]. Для изучения возможности снижения энергетических затрат диспергирования при обеспечении среднего размера жировых шариков на уровне технологически обусловленных значений на базе кафедры Оборудование пищевых и перерабатывающих производств имени профессора Ф. Е. Ялпачика (ТГАТУ, Мелитополь) была разработана лабораторная установка струйно-щелевого гомогенизатора молока [4, 5].

Рабочая камера установки состоит из диффузора и конфузора, внутренние поверхности которых имеют форму коноида, которая является наиболее оптимальной с точки зрения обеспечения максимальной дисперсности готового продукта при минимизации энергетических затрат на его производство [4]. Диффузор и конфузор формируют место наибольшего сужения центрального канала камеры гомогенизации, в котором к предварительно обезжиренному молоку, поступающему через отдельный патрубок, в месте локализации наибольшей скорости потока из емкости со сливками через узкую щель перпендикулярно потоку дисперсионной фазы обеспечивается подача тонкой струи сливок [6]. Гомогенизированное молоко отводится через отдельный патрубок. Согласно результатам аналитических исследований при таком способе подачи сливок создается гидродинамический режим, при котором достигаются необходимые критические значения критерия Вебера, определяющего уменьшение средних размеров жировых шариков до 0,8–1,2 мкм. Этот режим характеризуется равномерным воздействием на центральную и периферийную части струи сливок [4, 6]. При этом за счет перпендикулярной подачи дисперсной фазы обеспечивается максимально возможная разница скоростей обезжиренного молока и сливок, что обуславливает повышение дисперсности гомогенизированной молочной эмульсии.

В результате этого под действием возникающих в области щели тангенциальных напряжений происходит вытягивание жирового шарика. При этом он приобретает форму цилиндра, который после превышения определенного отношения длины к диаметру разрушается с образованием нескольких жировых шариков меньшего размера из одного образования, выступающего в роли материнской капли [6]. Дополнительным преимуществом

конструкции такого типа является возможность одновременного проведения гомогенизации и нормализации, выполнение которой обеспечивается путем подачи определенного количества сливок, рассчитанного исходя из уравнения материального баланса [7]. Конструкция струйно–щелевого гомогенизатора молока обеспечивает снижение скорости подачи дисперсной фазы по сравнению с струйным гомогенизатором молока с отдельной подачей сливок, в котором сливки подаются по тонкому (0,6–0,8мм) каналу [2, 6]. Использование в предлагаемом гомогенизаторе кольцевой щели позволяет увеличить площадь контакта струи сливок с потоком обезжиренного молока и снизить скорость их подачи, а также давление и энергозатраты диспергирования [4, 5].

Другой проблемой струйного гомогенизатора молока с отдельной подачей сливок является процесс ускоренной облитерации тонких каналов подачи сливок [4]. Использование кольцевой щели не позволяет решить проблему, поскольку в этом случае зарастание внутренних поверхностей происходит с меньшей скоростью, однако проблема надежности остается нерешенной.

Для решения проблемы рекомендуется изготавливать одну из внутренних поверхностей гомогенизатора (диффузор или конфузор) подпружиненным [5, 8]. Эта мера позволит увеличивать зазор между равномерно зарастающими внутренними поверхностями конфузора и диффузора, формирующих кольцевую щель и обеспечивать оптимальную ширину щели в течение более продолжительного периода эксплуатации (между плановыми ТО).

Результаты и выводы. Разработанный струйно–щелевой гомогенизатор полностью удовлетворяет требованиям к дисперсности гомогенизированного молока. Кроме этого за счет использования кольцевой щели в конструкции удалось достичь снижения энергозатрат относительно наиболее энергоэффективной конструкции струйного гомогенизатора молока с отдельной подачей сливок. Одной из проблем конструкции является облитерация внутренних поверхностей щели, для решения которой в промышленном образце рекомендуется выполнять диффузор или конфузор подпружиненными.

Список литературы

1. Фиалкова Е.А. Гомогенизация. Новый взгляд: монография–справочник СПб: ГИОРД. 2006. 392с.
2. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Розробка лабораторного зразка струминного гомогенізатору з роздільною подачею вершків. Праці ТДАТУ. 2011. 77–84 с.
3. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Підвищення ефективності струминного гомогенізатору молока з роздільною подачею вершків. *Інноваційні енерготехнології* : Зб. праць 5-ї наук.-практ. конф. Одеса: ОНАХТ, 2015. С 246–252.
4. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Аналітичні параметри процесу струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків. Наукові праці ОНАХТ. 2013. Вип.43. С.77–81.
5. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Колодій О.С., Лебідь М.Р. Експериментальні дослідження параметрів струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків щільового типу. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.2. С 117 – 129.
6. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Механізми диспергування жирових кульок в струминному гомогенізаторі молока. Наукові праці ОНАХТ. 2016. Т.80. Вип. 1. С. 103–107.
7. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Т.1. Цельномолочные продукты. СПб: ГИОРД. 2000. 384 с.
8. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Колодій О.С., Серий І.О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію Вебера струминно-щілинного гомогенізатора молока. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.3. С 78–85.

ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ СТРУМИННО–ЩІЛИННОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА З РОЗДІЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ ВЕРШКІВ

Науковий керівник: асистент кафедри ОПХВ Ковальов О. О. (Україна,
Мелітополь, ТДАТУ)

Виконавець: студент 31 ГМ Кузьмін К. С.

Постановка проблеми. Зниження енерговитрат до технологічно заданої величини середнього діаметра жирових кульок (0,8–1,2 мкм) можливо досягти шляхом використання конструкцій струминного типу [1]. Їх принцип дії заснований на створенні максимальної різниці між швидкостями дисперсійної та дисперсної фаз [1, 2]. Одним з можливих шляхів досягнення такого ефекту є використання подачі одного з компонентів до швидкісного потоку іншого. Іноземні науковці стверджують, що перспективним напрямком підвищення енергоефективності процесу диспергування є удосконалення параметрів міні міксерів Т-подібної, П-подібної, ромбічної форми [3, 4]. Однак, незважаючи на досить тривалі дослідження цих конструкцій при забезпеченні диспергування жирових кульок до 1 мкм, такі конструкції мають відносно високі 1,2– 1,5 кВт·год/т питомі енерговитрати [4]. Для реалізації такого принципу на кафедрі ОПХВ імені професора Ф. Ю. Ялпачика було розроблено струминно–щілинний гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків, у якому попередньо знежирене молоко подається до місця найбільшого звуження камери, у якому до нього крізь тонкий канал подається необхідна кількість вершків [5].

Основні матеріали дослідження. Згідно результатів аналітичних досліджень забезпечити зменшення середнього розміру жирових кульок до технологічно обумовлених значень можливо при швидкості подачі знежиреного молока, що має складати 60–90 м/с [5]. При цьому коефіцієнт струминно–щілинної гомогенізації, який враховує жирність та швидкість вершків, кільцевої

щілини для їх подачі повинен мати максимальні значення [6]. Результати аналітичних досліджень свідчать, що для забезпечення технологічно заданого середнього діаметра жирових кульок, внутрішня поверхня конфузору в місці найбільшого звуження повинна мати конічну форму [5]. Але подальше вирішення задачі оптимізації цього параметру, шляхом зниження енергетичних витрат для заданої величини рівної дисперсності дозволяє стверджувати, що для підвищення енергоефективності внутрішні поверхні конфузора повинні мати форму коноїду [5, 7].

Жирність вершків, що використовуються для проведення нормалізації в струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею вершків має бути вищою за 30–35%, оскільки при використанні вершків з меншою жирністю спостерігається значне зростання енергетичних витрат диспергування [7]. Ширина кільцевої щілини з точки зору забезпечення високої дисперсності гомогенізованого продукту має прагнути мінімальних значень, в той же час, використання щілини, ширина якої складає менше 0,3 мм призводить до стрімкого зростання енергетичних витрат процесу [5, 8]. Результати оптимізації дозволяють стверджувати, що досягти підвищення енергоефективності струминно–щілинного гомогенізатора ширина кільцевої щілини має коливатись в діапазоні 0,6–0,8мм [8, 9].

Результати експериментальних досліджень та подальшого проведення оптимізації швидкості подачі вершків, дозволяє стверджувати, що оптимальне значення цього параметру має знаходитись в діапазоні 7–11 м/с [6, 8]. Саме при такому режимі процес диспергування має найменші енергетичні витрати, а різниця швидкостей фаз в абсолютному виразі складає від 5,4 до 8,5 разів, завдяки чому при мінімальних енергетичних витратах можливо забезпечити технологічно задані показники якості гомогенізованої емульсії.

Результати та висновки. Результати досліджень узагальнюють аналітичні та експериментальні дані, отримані при дослідженні процесу диспергування в струминно–щілинному гомогенізаторі молока з роздільною подачею вершків. Проведена оптимізація параметрів, результати якої дозволяє запропонувати параметри, при яких буде забезпечуватись максимальні показники

енергоефективності процесу гомогенізації.

Список літератури

1. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Перспективи струминного гомогенізатора молока. Проблеми якості, стандартизації, сертифікації та метрологічного забезпечення: тези доповідей конференції. Херсон: ХДАУ, 2013. С.71–72.

2. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Механізми диспергування жирових кульок в струминному гомогенізаторі молока. Наукові праці ОНАХТ. 2016. Т.80. Вип. 1. С. 103–107.

3. Glawdel T., Elbuken C., Ren C. Droplet formation in microfluidic T-junction generators operating in the transitional regime, I. Experimental observations. Phys. Rev. E 2012, 85 p.

4. Roudgar M., Brunazzi E., Galletti C., Mauri R. 2012. Numerical study of split T-micromixers, Chemical Engineering & Technology 35, 1291–1299.

5. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Борохов І. В., Паляничка Н.О. Аналітичні дослідження енергетичних показників і параметрів якості струминно-щільового гомогенізатора молока. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.1.С. 3–18.

6. Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Лебідь М.Р. Обґрунтування коефіцієнту струминної гомогенізації. Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь-Кирилівка: ТДАТУ, 2018. С. 46.

7. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Колодій О.С., Лебідь М.Р. Експериментальні дослідження параметрів струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків щільового типу. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.2. С 117 – 129.

8. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Колодій О.С., Серий І.О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію Вебера струминно-щільинного гомогенізатора молока. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.3. С 78–85.

9. Самойчук К.О., Серков П.О., Ковальов О.О. Диспергатори заміників щільного молока. Праці ТДАТУ. Вип. 11. Т.2. С. 119–125.

СИЛИ, ЯКІ ОБУМОВЛЮЮТЬ ПОДРІБНЕННЯ ЖИРОВОЇ КУЛЬКИ В СТРУМИННО–ЩІЛИННОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ МОЛОКА

Науковий керівник: асистент кафедри ОПХВ Ковальов О. О. (Україна, Мелітополь, ТДАТУ)

Виконавець: студент 31 ГМ Кузьмін К. С.

Постановка проблеми. Дослідження гомогенізації ускладнюється відсутністю єдиної теоретичної бази, що пов'язано з високими швидкостями руху дисперсної фази та їх мікроскопічними розмірами. Відомі гіпотези, кількість яких налічує понад 7 вичерпно не описують сутність процесів, що відбуваються при диспергуванні жирових часток [1]. Створені на базі них конструкції або не забезпечують необхідної дисперсності гомогенізованої молочної емульсії або мають високі питомі енергетичні витрати [2]. Результати перспективних досліджень дозволяють стверджувати, що досягти суттєвого зниження енерговитрат можливо за рахунок розробки конструкцій, принцип дії яких заснований на створенні максимальної різниці між швидкостями дисперсійної та дисперсної фаз [3, 4]. Тому актуальним завданням є проведення аналітичних досліджень сил, які обумовлюють руйнування жирової кульки.

Основні матеріали дослідження. Згідно тверджень Ньютона при русі шарів рідини між ними з'являються дотичні напруження величина яких є пропорційною до градієнту швидкості du/dy (Рис. 1) [5].

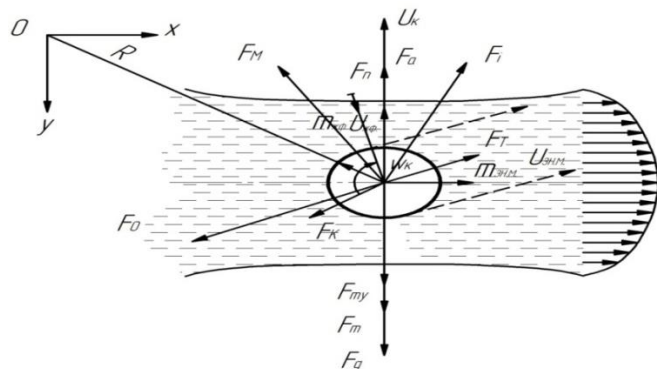


Рис. 1. Схема сил, які діють на жирову кульку в струминно–щілинному гомогенізаторі молока

Сили в'язкого опору пропорційні до радіусу часток та є одними із визначальних сил, які діють на кульку з боку дисперсійної фази [5].

$$F_0 = \frac{1}{8} \rho_{nl} C_d d_k^2 |v_{zn} - v_g| (v_{zn} - v_g), \quad (1)$$

де v_{zn} – швидкість дисперсійної фази, м/с;

r_k – радіус жирової частки, м;

v_g – швидкість жирової частки, м/с;

C_d – коефіцієнт опору для н'ютоновської ділянки течії дорівнює 0,44.

Сили інерції в граничному шарі [5].

$$F_i = \rho_i \bar{l}_a^2 v_a^2, \quad (2)$$

де \bar{l}_a – довжина шляху змішування Прандтля.

На частку може впливати сила що спрямована під прямим кутом до напрямку руху частки та намагається відхилити частку у напрямку обертання її передньої частини, що зветься ефектом Магнуса [6]

$$F_m = \frac{1}{4} \pi^2 d_k^2 \rho_{nl} (v_{zn} - v_g) \omega_k, \quad (3)$$

де ω_k – кутова швидкість обертання жирової кульки, рад/с.

Сила Кориоліса за [7] дорівнює

$$F_k = -2m\omega_a (v_{zn} - v_g). \quad (4)$$

На рух дрібних субмікронних часток значний вплив можуть мати сили термофорезу, що спрямовані в бік середовища, що має нижчу температуру [6].

$$F_m = \frac{4,5\pi\mu_m^2 d_k}{\rho_{nl} T} \left(\frac{\lambda}{2\lambda + \lambda_m} \right) grad T, \quad (5)$$

де T – температура частки;

λ – довжина шляху змішування часток, м;

λ_m – відношення шляху змішування часток до радіусу жирової частки.

Найбільший вплив цих сил спостерігається за незначних швидкостей, тобто в умовах струминно–щільного гомогенізатору їхня величина не може бути визначальною [5]. Сили турбофорезу проявляються в тому що з ділянок з високою інтенсивністю турбулентних пульсацій до зони з низьким ступенем

турбулентності поширюються збудження [4, 5].

$$F_{my} = ma. \quad (6)$$

Ефект приєднаної маси відображає динамічний напір середовища на частку та означає збільшення її розрахункової маси, за умови коагуляції внаслідок зіткнення [7]. В струминно–щілинному гомогенізаторі, сили приєднаної маси не будуть мати визначального впливу, оскільки відстань між сусідніми жировими кульками буде мати великі значення [8, 9]

$$F_n = \frac{2}{3} \pi \rho_{пл} r_k^3 \left(\frac{d_{cp} v_{zn}}{dt} - \frac{d_k v_a}{dt} \right). \quad (7)$$

Дисперсна фаза під дією архимедової сили піднімається та попадає в зону інтенсивного перемішування, де під впливом потоку знежиреного молока подрібнюються на краплі малого діаметру. Сила Архімеду дорівнює

$$F_a = -mg. \quad (8)$$

В нашому випадку дія архимедової сили буде незначною, оскільки створені інтенсивні турбулентні пульсації потоку різного масштабу будуть подрібнювати жирову фазу раніше та вона буде частково скомпенсована силою турбофореzu [7, 10].

Аналіз сил, які діють на окрему жирову кульку, дозволив дійти висновку, що визначальний вплив на жирову кульку мають сили Магнуса, Коріоліса, опору, інерції, та турбофореzu і рівняння руху жирової частки для струминно–щілинного гомогенізатора виглядає таким чином [2, 5]

$$m \frac{dv}{dt} = \frac{1}{8} \rho_{i\ddot{e}} \tilde{N}_a d^2 |v_{\dot{c}\dot{t}} - v_a| (v_{\dot{c}\dot{t}} - v_a) + \frac{1}{4} \pi^2 d^2 \rho_{i\ddot{e}} (v_{\dot{c}\dot{t}} - v_a) \omega_k + \rho_{i\ddot{e}} l_{\dot{c}\dot{t}}^2 v_a^2 + ma - 2m\omega_a (v_{zn} - v_e). \quad (9)$$

Результати та висновки. При русі жирової частки в потоці на неї діють сили, які обумовлюють її витягнення в напрямку плину потоку та руйнування при перевищенні сил Коріоліса, Магнуса, опору, інерції та турбофореzu над силами міжфазного натягу.

Список літератури

1. Голубева Л.В., Пономарев А.Н. Современные технологии и оборудование для производства питьевого молока. М: Дели принт. 2004. 179 с.

2. Дейниченко Г. В., Самойчук К.О., Ковальов О.О. Конструкції струминних диспергаторів жирової фази молока. Праці ТДАТУ. 2016. Вип. 16. Т. 1. С 219–227.
3. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Аналітичні параметри процесу струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків. Наукові праці ОНАХТ. 2013. Вип.43. С.77–81.
4. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Механізми диспергування жирових кульок в струминному гомогенізаторі молока. Наукові праці ОНАХТ. 2016. Т.80. Вип. 1. С. 103–107.
5. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Аналіз сил дроблення жирових кульок в струминному гомогенізаторі. Наукові праці півд. Філіалу НАУ біоресурсів та природокористування «Кримський аграрний університет». 2013. Технічні науки. вип.153. С. 26–34.
6. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. 1974. М: Наука. 712 с.
7. Белов. И.А. Моделирование турбулентных течений. учеб. пособие. СПб. Балт. гос. техн. ун-т. 2001. 108 с.
8. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Лубко Д.В. Моделювання параметрів струминного гомогенізатора молока щілинного типу. Праці ТДАТУ. 2018. Вип 18, т. 2. С. 286–294.
9. Самойчук К. О., Ковалев А. А. Струйно-щелевой гомогенізатор для переработки молока. Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : Сб. статей 4-й междунар. науч.-практ. конф. Минск: БГАТУ, 2019. С. 118–120.
10. Tartar L. The General Theory of Homogenization. Lecture Notes, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, 2009, 470 p.

ВИКОРИСТАННЯ ІКОРИСТАННЯ 3D ПРИНТЕРІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

Бурдін В.М., магістр,

Пеньов О.В., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет
имени Дмитрия Моторного, г. Мелитополь, Украина

Постановка проблеми. У машинобудуванні 3D принтери використовуються на всіх етапах розробки продукту: починаючи зі створення концептуальної моделі і закінчуючи плануванням виробництва, що значно прискорює і спрощує процес розробки для інженерів-конструкторів. 3D друк в першу чергу застосовується для візуалізації об'єктів різної складності. Це можуть бути як цілі моделі машин, так і різноманітні механізми. За допомогою 3D моделювання можна створити масштабоване об'ємне зображення будь-якої деталі автомобіля, починаючи від циліндрів в двигуні і закінчуючи панеллю приладів, але дана модель не дасть повного уявлення без реального прототипу в ваших руках.

Основна частина. Технологія 3D друку Stratasys FDM (Fused deposition modeling) дозволила інженерам вийти на новий рівень у використанні 3D принтерів в машинобудуванні. Функціональні прототипи можуть бути виготовлені на їх обладнанні з багатьох інженерних і високотехнологічних пластиків, в результаті виробу можуть піддаватися машинній обробці,

свердлінню і механічному впливу. Вологостійкість і теплостійкість прототипів при випробуваннях буде відповідати характеристикам кінцевого виробу. Машинобудівні підприємства використовують надруковані деталі для огляду всього сортаменту продукції і отримання впевненості в тому, що на кожному робочому місці присутні всі необхідні інструменти для досягнення максимально можливої ефективності виробництва. Виготовлення різноманітної оснастки за допомогою реальних промислових пластиків дозволяє прискорити випуск готової продукції, а випалювати модельну форму для лиття – це отримати литий виріб з високою точністю в найкоротші терміни.

В останні роки все більше компаній стали вдаватися до 3D друку металами, який в свою чергу дав можливість виробляти готові вироби складної форми, які повторити традиційними методами неможливо. Отримання готової продукції з таким обладнанням вимірюється кількома днями, може навіть і годинами, а виготовлення запасних частин - швидко вирішуване завдання.

Висновок. Перспектива застосування 3D принтерів для машинобудування економічно очевидна, так як ці пристрої істотно прискорюють процес розробки нової продукції, в значній мірі зменшують ризики помилки проектування, знижують витрати на отримання макета, і вже зараз за своїми цінами доступні більшості підприємств.

Список літератури.

1. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов М.: Машиностроение. 1979. 152с.
2. Автоматичне управління процесами обробки металів різанням / Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2020. 136 с.
3. O.V. Sushko, O.S. Kolodii, O.V. Penyov. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv. 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.
4. O. Sushko, S. Kiurchev, O.S. Kolodii and oth. Grains Dynamic Strength

Determination and the Optimal Combination of Components of a Diamondiferous Layer of Grinding Wheels. Modern Development Paths of Agricultural Production. Trend and Innovations. Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2019. P. 259-266.

5. Колодий А.С., Парахин А.А. Аналіз процесу стружкооброблення// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання; Вип. 19, т. 4 С. 253-259

6. Колодий О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.

УДК 621.793

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС ЗАСТОСУВАННЯМ ПОКРИТТІВ ДИСКРЕТНОЇ СТРУКТУРИ

Посвятенко Е.К., д.т.н., НТУ, м. Київ, Україна

Сушко О.В., к.т.н., ТДАТУ, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. Тенденція росту потужності, навантажень та швидкостей в машинобудуванні, а також тенденція зниження ваги, потребують розробки високонавантажуваних зубчастих передач та зубчастих коліс для високошвидкісних прецизійних агрегатів транспортних засобів [1].

Неадитивність розміщувальної дії експлуатаційних факторів – статичних та динамічних навантажень, високих температур та різких теплових змін, активність робочого середовища призводить до помилок вже на стадії проектування. Теорії розрахунку на міцність та довговічність з урахуванням неадитивності розміщувальної дії ще не володіють силою прогнозу. Тому є

потреба в аналізі сучасних тенденцій розвитку поверхневого зміцнення зубчастих коліс з метою оцінки найбільш перспективних методів зміцнення.

Основна частина. Ключовими питаннями при проектуванні зубчастих коліс є вибір матеріалу та способу його зміцнення. Більшість нових сталей для важконавантажених зубчастих передач є комплексно легованими композиціями, підвищення стійкості яких досягається поверхневим зміцненням. Сучасні відомості про хімічний склад сталей для зубчастих коліс вказують на їх велике розмаїття [2]. Поряд з розробкою нових сталей найбільший розвиток отримали поверхнєве зміцнення та нанесення покриттів. З усіх деталей при поверхневому зміцненні шестерень виникає найбільша кількість проблем, особливо за ідентичністю та рівномірністю зміцнюваного шару кожного зубу та кожної його ділянки, деформаційним коробленням при виготовленні та в експлуатації, трудомісткості фінішних операцій, співвідношенню вигинної та контактної міцності.

Як показують дослідження, найбільш перспективними методами підвищення зносостійкості зубчастих коліс є іонне азотування та застосування покриттів дискретної структури (принцип нанесення зміцнювальних покриттів підвищеної термомеханічної стійкості – PVD). Суть принципу – заміна суцільного шару на переривчастий, мозаїчно-дискретної структури. Цим досягається підвищення адгезійної та когезійної стійкості покриття за рахунок обмеження рівня максимальних напружень як у шарі покриття, так і в адгезійному контакті.

Розміри та конфігурація окремих ділянок покриття визначаються, виходячи з умови мінімізації рівня напружено-деформованого стану при силових та температурних впливах на покриття. Новий принцип дозволяє багаторазово підвищити граничний стан покриття: контактні навантаження – у декілька разів, критичні деформації основи – до двох порядків, довговічність – у декілька разів у порівнянні з суцільним покриттям тієї ж товщини, складу та твердості. Теоретичні основи принципу викладені в роботі [3].

Принцип реалізується різними технологічними способами поверхневого зміцнення [4]. Тут вказується, що зносостійкість суцільних та дискретних

покриттів TiN, нанесених методом PVD на сталь 12X18H10T, визначена за схемою «три пальчикових зразка - диск» при питомих навантаженнях 0,15-3 МПа, лінійних швидкостях переміщення 0,1-0,64 м/с у режимах сухого тертя. База випробувань складала 12-103 циклів. Взаємне переміщення зразка та контртіла за один цикл випробувань складало 0,23 м. Випробування показали, що дискретне композиційне покриття за структурою аналогічно фермі, містить на макрорівні заірні карбідні, карбонітридні та нітридотитанові шари з проміжками м'яких релаксаційних зон азотистого титану [5]. Така будова покриття дозволяє змінити механізм релаксації напружень в умовах тертя з високими питомими навантаженнями. Розташовані в зносостійкому нітридному шарі вікна азотистого титану виконують роль демпферів. Релаксація напружень у покритті відбувається переважно за рахунок пластичної деформації у цих зонах, про що свідчить підвищення твердості (наклеп) матеріалу в них в процесі випробувань зразків на знос. Випробуваннями на в'язкість руйнування покриттів авторами встановлено, що у дискретних композиційних покриттів в'язкість руйнування КІС в 2-2,5 рази вища, ніж у аналогічних покриттів без релаксаційних зон. Доведено 3-5 кратна перевага дискретних покриттів за несучою здатністю у порівнянні з традиційним суцільним покриттям.

Результати та висновки. Зубчасті колеса залишаються однією з найважливіших деталей машин і механізмів. Для забезпечення максимальної несучої здатності зубчастих коліс необхідно оптимізувати компоновку поверхневого шару за принципом мінімізації напружено-деформованого стану. Суттєвим резервом підвищення навантажувальної здатності зубчастих коліс є застосування покриттів дискретної структури.

Список літератури.

1. Сушко О.В. Підвищення зносостійкості зубчастих коліс іонним азотуванням. Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали І

Всеукраїнської науково-практичної конференції, 20-30 травня, 2020р. – Мелітополь, ТДАТУ, 2020. С.

2. Вороненко Б.І. Сучасні високоміцні сталі для важконавантажених зубчастих передач // МіТОМ, 2006. №8.с.12-18.

3. Зинченко В.М. Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки. – М.: Изд-во МГТУ, 2010. 303 с.

4. Ляшенко Б.А., Кузема Ю.А., Дигамм М.С. Упрочнение поверхности металлов покрытиями дискретной структуры с повышенной адгезионной и когезионной стойкостью. – Киев: АН Украины, ИПП, 2004 (Препр.). 42 с.

5. А.С. 1598478 СССР, кл.С23С 14/14. Способ нанесения износостойких покрытий. 08.06.1990.

УДК 637.134

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУЙНОГО ДИСПЕРГАТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Научный руководитель: ассистент кафедры ОПХВ Ковалев А. А (Украина, Мелітополь, ТДАТУ)

Исполнитель: студент 14 МБАІ Лебідь М. Р.

Постановка проблемы. Диспергирование имеет широкое распространение при переработке продукции сельского хозяйства животного и растительного происхождения. Эта операция используется для получения гомогенных эмульсий, обеспечения равномерного распределения компонентов дисперсной фазы в объеме дисперсной среды [1]. Она используется для увеличения срока хранения, уменьшения потерь молочного жира с тарой, приобретения продуктом насыщенного цвета и вкуса [2, 3].

Главной проблемой гомогенизации являются высокие энергетические затраты процесса, величина которых для наиболее распространенных в промышленности клапанных гомогенизаторов составляет свыше 8 кВт•ч/т

переработанного продукта [1]. Возможности снижения энергозатрат на проведение операции ограничиваются отсутствием общей теоретической базы процесса. Это связано с микроскопическим размером изучаемых частиц, размер которых составляет менее 1 мкм и высокими скоростями движения рабочей жидкости, значения которой превышают 100 – 150 м/с. Известные гипотезы в полной мере не объясняют суть процессов, происходящих в области клапанной щели. Созданные на их базе конструкции либо имеют высокие энергетические затраты, либо достигли пределов технического совершенствования и не позволяют достичь показателей дисперсности эмульсии менее 1 мкм [1, 4].

Основные материалы исследования. Результаты перспективных исследований позволяют утверждать, что добиться существенного снижения энергетических затрат на гомогенизацию возможно путем разработки конструкций гомогенизаторов струйного типа. Их принцип действия основан на создании максимальной разницы между скоростями движения дисперсионной и дисперсной фаз (обезжиренного молока и сливок) [2, 4].

Лабораторная установка струйно–щелевого диспергатора для обработки молока была спроектирована и создана на базе кафедры ОПХВ им профессора Ф. Ю. Ялпачика в ТГАТУ им Дмитрия Моторного. Его рабочая камера состоит из корпуса, в котором монтируются вставки в виде конфузора и диффузора, образующими место наибольшего сужения в центральной части камеры. В этом месте к обезжиренному молоку, поступающему с высокой скоростью из патрубка подачи, расположенного со стороны конфузора в необходимом соотношении, из емкости со сливками через кольцевую щель подается их необходимое количество [5, 6]. При поступлении в скоростной поток дисперсионной фазы небольшого по толщине слоя сливок между частицами дисперсной фазы и потоком обезжиренного молока возникают градиенты скоростей, имеющие высокие значения, которые в свою очередь обуславливают появление тангенциальных напряжений [5].

Результаты аналитических исследований и моделирования процесса в программном комплексе ANSYS свидетельствуют о том, что получить продукт с размером жировых шариков в пределах 0,8 – 1,2 мкм возможно при скорости

подачи обезжиренного молока 60-85 м/с. Проведенные экспериментальные исследования позволяют утверждать, что диаметр камеры в месте наибольшего сужения не оказывает существенного влияния на диаметр жировых шариков после диспергирования [7].

Проведенное моделирование полей скоростей при различных значениях ширины щели струйного гомогенизатора свидетельствуют о том, что наибольшая разница скоростей фаз достигается при использовании щели, ширина которой составляет 0,4 мм. В результате аналитических исследований с последующей оптимизацией удалось установить, что для снижения энергетических затрат лучше всего использовать камеру, внутренние поверхности которой имеют цилиндрический профиль [4, 8].

Результаты экспериментальных исследований позволяют утверждать, что для получения молочных продуктов, имеющих высокие дисперсные характеристики необходимо использовать сливки жирностью 25–40%, при этом скорость подачи сливок должна находиться в пределах 10–40 м/с. Результаты дальнейших экспериментов свидетельствуют о том, что для получения молока с средним размером жировых шариков в пределах 0,8–1,2 мкм необходимо устанавливать минимальный размер (0,5 мм и меньше) ширины щели и применять сливки, жирность которых находится в пределах 30–40% [4, 6].

Полученные результаты позволяют утверждать, что наименьший диаметр жировых шариков после диспергирования обеспечивается при скорости подачи сливок 10 и 110 м/с. Однако, поскольку в последнем варианте процесс будет проходить по типу клапанного гомогенизатора, рациональным параметром скорости сливок является 5–10 м/с [7].

Результаты оптимизации скорости подачи сливок свидетельствуют о том, что при использовании сливок жирностью 40% для получения молочной эмульсии жирностью 3,5% скорость сливок должна находиться в пределах 11–13 м/с. При этом энергозатраты на гомогенизацию не будут превышать 0,7–0,75 кВт•ч/т. Результаты оптимизации, для жирности сливок, свидетельствуют о том, что минимальные энергозатраты при среднем размере жировых шариков на уровне 0,85 мкм и ширине щели 0,4–0,6 мм обеспечиваются при использовании

сливок, жирність которых составляет 40–42%.

Оценка економічної ефективності впровадження гомогенізатора свідечує про те, що промисловий зразок диспергатора при заміні на нього базового варіанта К5–ОГ2А–1,25 забезпечує 56% зниження експлуатаційних витрат, 59% економії електроенергії. Річний економічний ефект від впровадження струйно-щелевого гомогенізатора 292200 грн, строк його окупності становить 0,29 роки.

Висновки. Використання струйно-щелевого диспергатора здатне забезпечити отримання мелкодисперсних емульсій на рівні технологічно обумовлених значень при одночасному зниженні удільних енерговитрат процесу на 59%.

Список літератури

1. Фіалкова Е.А. Гомогенізація. Новий погляд: монографія–справочник Спб: ГІОРД. 2006. 392с.
2. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Розробка лабораторного зразка струминного гомогенізатору з роздільною подачею вершків. Праці ТДАТУ. 2011. 77–84 с.
3. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Підвищення ефективності струминного гомогенізатору молока з роздільною подачею вершків. *Інноваційні енерготехнології* : Зб. праць 5-ї наук.-практ. конф. Одеса: ОНАХТ, 2015. С 246–252.
4. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Аналітичні параметри процесу струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків. Наукові праці ОНАХТ. 2013. Вип.43. С.77–81.
5. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Механізми диспергування жирових кульок в струминному гомогенізаторі молока. Наукові праці ОНАХТ. 2016. Т.80. Вип. 1. С. 103–107.
6. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Колодій О.С., Лебідь М.Р. Експериментальні дослідження параметрів струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків щільового типу. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.2. С 117 – 129.

7. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Колодій О.С., Серий І.О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію Вебера струминно-щілинного гомогенізатора молока. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.3. С 78–85.

8. Самойчук К.О., Ковалев А.А., Бездінний А.А. Моделирование процесса струйной гомогенизации молока с отдельной подачей сливок. Могилев. 2015. Вип.2 (19). С. 69–76.

УДК 637.134

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СТРУМИННО-ЩІЛИННОГО ДИСПЕРГАТОРА МОЛОЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ

Науковий керівник: асистент кафедри ОПХВ Ковальов О. О. (Україна, Мелітополь, ТДАТУ)

Виконавець: студент 31 ГМ Пачко К. Г.

Постановка проблеми. Диспергування відноситься до нормативних операцій, що використовуються при виготовленні питного молока, жирність якого не перевищує 2–4% [1, 2]. Виконання цієї операції обумовлює збільшення собівартості одиниці молочної продукції. Це пояснюється тим, що енергетичні витрати процесу для найбільш розповсюдженої у промисловості клапанної гомогенізації складають понад 8 кВт·год/т гомогенізованого молока [3]. На протязі тривалої історії використання операції неодноразово робились спроби підвищити енергоефективність гомогенізації. Науковцями запропоновано 10 гіпотез, які повною мірою не пояснюють перебіг процесу в зоні клапанної щілини, що пов'язано з високими швидкостями руху молока (понад 100м/с) та мікроскопічним розміром часток, середній діаметр яких дорівнює 1 мкм та менше [4].

Основні матеріали дослідження. Результати дослідження перспективних напрямів підвищення енергоефективності диспергування дозволяє стверджувати,

що істотного зниження енергетичних витрат можливо досягти шляхом розробки конструкцій, заснованих на створенні максимальної різниці між швидкостями знежиреного молока та вершків [5, 6]. Такий принцип дії має конструкція камери струминно-щілинного диспергатора молока з роздільною подачею вершків, розроблена на кафедрі ОПХВ ім. професора Ф.Ю. Ялпачика.

При роботі диспергатора попередньо знежирене молоко подається до камери, форма якої передбачає наявність місця найбільшого звуження конфузору, у якому до нього з ємності для подачі вершків крізь кільцеву щілину, що формується між конфузором і дифузором, подається необхідна кількість вершків, що розраховується з рівняння матеріального балансу [7, 8]. Таким чином в місці надходження дисперсної фази (вершків) створюється максимальна різниця швидкостей дисперсійної і дисперсної фаз. При цьому використання гомогенізатора щілинного типу дозволяє уникнути проблеми облітерації каналів, що є характерною ознакою струминного диспергатора молока з роздільною подачею вершків [9, 10].

В ході досліджень було розроблено макетний промисловий зразок СЦГРВ молока продуктивністю 2500 кг/год зі встановленою потужністю електродвигуна 8 кВт, що дозволяє отримати молоко, жирністю 2–4 % з середнім розміром жирових кульок на рівні 0,8–1,2 мкм і який має питомі енерговитрати 0,74 кВт•год/т. Розроблена методика розрахунку промислового зразку струминно-щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків [11, 12]. Проведена порівняльна характеристика економічної ефективності, що досягається при заміні базового варіанту клапанного гомогенізатора К5–ОГ2А–1,25 на струминний гомогенізатор молока щілинного типу дозволяє забезпечити показники, наведені в таблиці. 1.

Балансова вартість струминного гомогенізатора складає 85000 грн, вага не перевищує 180 кг, а річний обсяг виробленої продукції складає 5000 т/рік. Досягти такого значного зниження енергетичних витрат при забезпеченні середнього діаметру жирових кульок після диспергування на рівні технологічно обумовлених вимог (0,8–1,2 мкм) можливо за рахунок зниження робочого тиску процесу.

Показники економічної ефективності від впровадження струминно-щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків

Ступінь зниження експлуатаційних витрат, %	56
Ступінь зниження питомих витрат електроенергії, %	59
Економічний ефект на 1 т молока, грн/т	38,13
Річний економічний ефект при впровадженні струминно-щілинного гомогенізатора молока, грн	292200
Термін окупності капіталовкладень, роки	0,36

Порівняння результатів теоретичних досліджень, при яких найбільша робоча швидкість знежиреного молока, що є основною складовою енергетичних витрат в струминно–щілинному диспергаторі не перевищує 85 м/с та забезпечується при робочому тиску 2,1 МПа з клапанним гомогенізатором, робочий тиск якого коливається в діапазоні 15–25 МПа свідчить про зниження необхідного тиску в 7–11 разів. Отже, використання гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків щілинного типу дозволяє досягти зниження енергетичних витрат з 8 кВт·год/т гомогенізованого молока для клапанного диспергатора до менше кВт·год/т обробленого продукту і менших значень ля струминно–щілинного диспергатора молока з роздільною подачею вершків.

Висновки. Отже, впровадження струминно–щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків дозволяє досягти зниження енергетичних витрат з 8 кВт·год/т гомогенізованого молока до 1 кВт·год/т обробленого продукту і менших значень. При цьому ступінь зниження експлуатаційних витрат складе 56%, а ступінь зниження питомих витрат електроенергії дорівнюватиме 59%.

Список літератури

1. Чекулаева Л.В. Стущённые молочные консервы. М.: Лёгкая и пищ. пром–сть, 1982. – 264 с.
2. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Механізми диспергування жирових кульок в струминному гомогенізаторі молока. Наукові праці ОНАХТ. 2016. Т.80. Вип. 1.

C. 103–107.

3. Фиалкова Е.А. Гомогенизация. Новый взгляд: Монография–справочник. Спб.: ГИОРД, 2006. 392с.

4. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Перспективи струминного гомогенізатора молока. Проблеми якості, стандартизації, сертифікації та метрологічного забезпечення: тези доповідей конференції. Херсон: ХДАУ, 2013. С.71–72.

5. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Колодій О.С., Лебідь М.Р. Експериментальні дослідження параметрів струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків щільового типу. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.2. С 117 – 129.

6. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Борохов І. В., Паляничка Н.О. Аналітичні дослідження енергетичних показників і параметрів якості струминно-щільового гомогенізатора молока. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.1.С. 3–18.

7. Самойчук К.О., Серков П.О., Ковальов О.О. Диспергатори заміників цільного молока. Праці ТДАТУ. Вип. 11. Т.2. С. 119–125.

8. Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Лебідь М.Р. Обґрунтування коефіцієнту струминної гомогенізації. Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь-Кирилівка: ТДАТУ, 2018. С. 46.

9. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Колодій О.С., Сєрий І.О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію Вебера струминно-щілинного гомогенізатора молока. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.3. С 78–85.

10. Walstra P. Homogenization. In: Dairy Science and Technology. London New York. 2006, p. 279.

11. Кузьмін К.С., Водяницький І.О., Ковальов О.О. Зниження енерговитрат у струминно-щілинному гомогенізаторі молока. Збірник наукових праць магістрантів та студентів. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. с. 135-136.

12. S. Kiurchev, K. Samoichuk, O. Kovalyov, R. Leshchij. Method of calculation of an industrial model of jet-slot milk homogenizer. ТЕКА. QUARTERLY JOURNAL OF AGRI-FOOD INDUSTRY – 2020, Vol. 19, No. 4, 23–30pp.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТУ ПРИ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ ДИСЕРГАТОРІ МОЛОКА

Науковий керівник: асистент кафедри ОПХВ Ковальов О. О. (Україна, Мелітополь, ТДАТУ)

Виконавець: студент 14 МБАІ Фурдак Т. В.

Постановка проблеми. Забезпечення високої якості та відповідності молочних продуктів технологічно обумовленим вимогам є запорукою підвищення конкурентоздатності та попиту на продукцію. Нормативні вимоги регламентують рекомендований середній діаметр жирових кульок після диспергування на рівні 0,8–1,2 мкм [1]. Такі розміри часток дисперсної фази являють достатні показники якості для ефективного засвоєння організмом людини поживних речовин молочного жиру [2]. Однак поруч з виготовленням продукту, який має заданий ступінь дисперсності важливою задачею диспергування є забезпечення рівномірного розподілу жирових кульок в об'ємі плазми молока.

Разом із виготовленням продукту високої якості, суттєві конкурентні переваги може забезпечити зниження енерговитрат процесу гомогенізації. На даний час енергетичні витрати найбільш поширених у промисловості конструкцій клапанних диспергаторів сягають понад 8 кВт•год/т [1, 3]. Разом з цим здійснення досліджень, спрямованих на підвищення енергоефективності гомогенізаторів пов'язано з відсутністю єдиних уявлень відносно перебігу процесу гомогенізації [3]. Дослідниками запропоновано більше 8–10 гіпотез, на базі яких створено ряд конструкцій, частина з яких не забезпечує технологічно задану величину середнього діаметра жирових кульок після диспергування, а інші машини мають достатньо високі витрати енергії [4].

Основні матеріали дослідження. Результати новітніх досліджень дозволяють стверджувати, що суттєво підвищити енергоефективність процесу

диспергування можливо за рахунок розробки конструкцій, принцип дії яких базується на створенні максимальної різниці між швидкостями знежиреного молока та вершків [5, 6]. Окрім групи струминних гомогенізаторів до конструкцій такого типу можна віднести розроблений на базі кафедри ОПХВ пульсаційний гомогенізатор для рідких продуктів. Він складається з циліндру, в якому є патрубки для підведення продукту та відведення гомогенізованого молока, в циліндрі встановлюються поршні з наскрізними отворами, які протягом робочого ходу здійснюють зворотно-поступальні рухи, за допомогою імпульсів, які отримують від штоку [6, 7].

Продукт, який піддається гомогенізації надходить до циліндру крізь патрубок подачі, після чого емульсія, проходячи крізь наскрізні отвори поршнів, кількість яких має складати парну величину надходить до нижнього відділу циліндру. Рух поршню в прямому та зворотному напрямку забезпечує проходження продукту крізь наскрізні отвори, які рекомендується виконувати за принципом зворотно-симетричного розташування, за рахунок чого буде забезпечуватись рівномірний вплив гідродинамічних умов при прямому та зворотному русі поршню [6, 8]. В процесі роботи пульсаційного диспергатора за рахунок різниці густини дисперсійної та дисперсної фаз забезпечується максимальна різниця швидкостей фаз. Це обумовлює максимальне значення швидкості ковзання жирової кульки, що обумовлює ефективне руйнування жирових часток емульсії при досягненні критичного значення критерію Вебера [3, 6, 9].

Висновки. Використання двох або більше парних поршнів призводить до збільшення кратності проходження продукту крізь розташовані в зворотно-симетричному напрямках отвори в парах поршнів. За рахунок використання поршнів із зворотно-симетричним розташуванням отворів в кожній з пар поршнів створюється однаковий вплив гідродинамічних умов на гомогенізовану емульсію, а використання парної кількості поршнів забезпечує підвищення кратності проходження емульсії крізь отвори поршня, що підвищує рівномірність дисперсного складу та, як наслідок, якість гомогенізованої емульсії.

Список літератури

1. Фиалкова Е.А. Гомогенизация. Новый взгляд: монография–справочник Спб: ГИОРД, 2006. 392с.
2. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Т.1. Цельномолочные продукты. Спб: ГИОРД, 2000. 384 с.
3. Tartar L. The General Theory of Homogenization. Lecture Notes, Springer, Verlag Berlin Heidelberg, 2009, 470 p.
4. Bylund G. Homogenizers. In: Dairy Processing Handbook. Chapter 6.3. Teknotext AB (Ed.) Tetra Pak Processing Systems ABS-221 86 Lund, Sweden. 2003. 115-122p.
5. Kovalyov A., Samoichuk K., Palyanychka N., Verkholantseva V., Yanakov V. Experimental investigations of the parameters of the jet milk homogenizer with separate cream supply. Technology audit and production reserves. 2017. № 3/3 (35). pp 33–39.
6. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Левченко Л.В. Перспективні способи диспергування жирової фази : тези доповідей міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 50-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ, Ч. 1. С. 280–281.
7. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Левченко Л.В. Енергетичні витрати перспективних конструкцій гомогенізаторів молока. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і продовольства : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. вчених, аспірантів і студентів. Київ: ЦП КОМПРИНТ, 2017. С. 315–316.
8. Самойчук К.О., Серков П.О., Ковальов О.О. Диспергатори заміників цільного молока. Праці ТДАТУ. Вип. 11. Т.2. С. 119–125.
9. Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Лебідь М.Р. Обґрунтування коефіцієнту струминної гомогенізації. Агроекологічні аспекти виробництва та переробки продукції сільського господарства : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь-Кирилівка: ТДАТУ, 2018. С. 46.