

### Заключение

Отходы, переработанные биотехнологическим методом (компостированием), представляет собою однородную сыпучую массу, удобную для транспортировки, фасовки и внесения в почву и может широко использоваться в земледелии: в качестве основного удобрения, подкормки, мульчирующего антисептического материала, субстрата для подготовки почвогрунтов, изготовления питательных горшочков и смесей. Используя в качестве сырья местные вторичные ресурсы, достаточные агрохимические характеристики готового продукта, экономический эффект, основанный на ускоренном приготовлении компоста, экономии торфа и нормах внесения в почву, является перспективным.

### Библиографический список

1. Орлова О.В., Гущина Е.Д., Арсентьев В.А., Шibaева М.Е., Архипченко И.А. Использование биодобавок для получения почвогрунтов из ТБО // Экология и промышленность России. – 2005. – № 12. – С. 4-7.
2. Кальгин А.А., Павлинова И.Г. Экологическая безопасность городов: монография. – М.: Изд-во МГАКХиС, 2009. – 295 с.
3. Никовская Г.Н., Калинин К.В. Биотехнология утилизации осадков муниципальных сточных вод // Biotechnol. Acta – 2014. – Т. 7. – № 3.
4. Прикладная эковиотехнология: учеб. пособие: в 2 т. / А.Е. Кузнецов и др. – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2010. – Т. 1. – 629 с.

5. Осадки сточных вод. Обеззараживание и обеззараживание / И.С. Туровский. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 376 с.

6. Пособие по анализу органических удобрений. – М., 2000.

7. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учеб. пособие / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2009. – 311 с.

### References

1. Orlova O.V., Gushchina E.D., Arsent'ev V.A., Shibaeva M.E., Arkhipchenko I.A. Ispol'zovanie biodobavok dlya polucheniya pochvogruntoy iz TBO // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2005. – № 12. – S. 4-7.
2. Kal'gin A.A., Pavlina I.G. Ekologicheskaya bezopasnost' gorodov: monografiya. – M.: Izd-vo MGAKKhS, 2009. – 295 s.
3. Nikovskaya G.N., Kalinichenko K.V. Biotehnologiya utilizatsii osadkov munitsipal'nykh stochnykh vod // Biotechnol. Acta. – 2014. – T. 7. – № 3.
4. Prikladnaya ekobiotehnologiya: uchebnoe posobie. – v 2 t. – T. 1 / A.E. Kuznetsov [i dr.]. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2010. – 629 s.
5. Osadki stochnykh vod. Obezvozhivanie i obezzarazhivanie / I.S. Turovskii. – M.: DeLi print, 2008. – 376 s.
6. Posobie po analizu organicheskikh udobrenii. – M., 2000.
7. Osadki stochnykh vod i drugie netraditsionnye organicheskie udobreniya: uchebnoe posobie / E.P. Pakhnenko. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2009. – 311 s.



УДК 637.1.023

О.А. Герасимова  
O.A. Gerasimova

## ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА НА ПАСТБИЩАХ

### PRODUCTION TEST OF MILK PRIMARY TREATMENT LINE ON PASTURES

**Ключевые слова:** животное, молоко, пастбищный комплекс, технология, первичная обработка, качество, термизация, охлаждение.

При организации пастбищного содержания скота устанавливается распорядок пастбищного дня, в котором должны быть точно предусмотрены часы кормления животных зеленой массой в специально оборудованных загонах, продолжительность выпаса, время поения животных, дойка и отдых животных. Если в целом вопросы, связанные с рациональным использованием кормовой составляющей, можно считать организационно и технологически решенными, то направления, связанные с доением

и первичной обработкой молока, требуют дальнейшего совершенства. Во многом это объясняется введением Технического регламента на молоко и молочную продукцию, устанавливающего условия получения молока от сельскохозяйственных животных, перевозок, реализации и утилизации сырого молока и сырых сливок, молочных продуктов непромышленного производства. Поэтому технологическая линия доения и первичной обработки молока на пастбищных комплексах была нами усовершенствована с целью обеспечения повышения качества молока в соответствии с зоотехническими и экологическими требованиями для использования в летний период. Для этого в состав линии были

включены: установка для термизации молока и установка для охлаждения молока естественным холодом, которые позволяют осуществить качественное выполнение данного процесса, с точки зрения простоты конструкции и доступности в управлении процессом. Данное оборудование прошло производственную проверку в хозяйствах Псковской области – ООО «СПК-колхоз Маевский» и ЗАО «Великолукское» Великолукского района. Были получены следующие результаты: в процессе тепловой обработки количество вредных микроорганизмов снизилось до 190 тыс./мл. При этом суммарные затраты теплоты на технологический процесс тепловой обработки молока составляли от 1,02 до 1,28 МДж. После первичного охлаждения естественным холодом температура молока 14-14,1°C. Для доохлаждения использовался мобильный резервуар. Разработанная технологическая линия обеспечивает снижение затрат энергии на 27%, при этом удельные энергозатраты составили 3,27 МДж/кг, по исходной технологии – 5,19 МДж/кг.

**Keywords:** animal, milk, pasture, technology, primary treatment, quality, thermization, cooling.

A special schedule is set up when keeping cattle on pastures; the schedule includes the exact time of feeding to the animals green forage in special lots,

the proper grazing period, watering time, milking time and rest. The technological issues related milking and primary milk treatment still need to be improved. Mainly, this is due to the introduction of the new Technical Regulations for milk and dairy products that set the requirements for milking, transportation, selling and further processing of raw milk, cream and other dairy products. Therefore, we have improved the production line for milking and primary milk treatment in pasture units to increase milk quality as required by the zootechnical and ecological requirements for summer period. The following items have been added to the line: milk thermization unit and milk cooling unit using natural cold. These two units are efficient from in terms of their construction and process control. The equipment was tested on the farms of the Pskov Region, namely the ООО "SPK-Kolkhoz Mayevskiy" and ZAO "Velikolukskoye". The following results were achieved: thermization reduced the amount of undesirable microorganisms to 190 thous. mL. The total heat consumption for the milk thermal treatment was from 1.02 to 1.28 MJ. After natural primary cooling of milk, its temperature was in the range of 14...14.1°C. A mobile tank was used for milk aftercooling. The developed technological line ensures energy saving by 27%; the specific energy consumption made 3.27 MJ kg, while that of the original line required 5.19 MJ kg.

**Герасимова Ольга Александровна**, к.т.н., преп., каф. «Механизация животноводства и применение электрической энергии в сельском хозяйстве, Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. E-mail: olga-gerasimova@rambler.ru

**Gerasimova Olga Aleksandrovna**, Cand. Tech. Sci., Asst. Prof., Chair of Farming Mechanization and Electrical Power Use in Farming, Velikolukskaya State Agricultural Academy. E-mail: olga-gerasimova@rambler.ru.

### Введение

В настоящее время в связи с продлением санкций становится все более актуальным вопрос об импортозамещении. Современная молочная отрасль АПК РФ, и Псковской области в частности, переживает трудный период, связанный с сокращением поголовья, переориентацией на новые формы собственности и отсутствием материальных средств.

В сложившейся ситуации при введении Технического регламента на молоко и молочную продукцию [1] увеличения производства высококачественного молока в летний период можно добиться использованием земельных угодий, отведенных под пастбища. Имея в Псковской области 234,4 тыс. га пастбищ, используется только 70,32 тыс. га. Хотя наукой доказано, что при надое свыше 3500 кг молока животных можно содержать только на пастбищном корме [2].

Обобщение опытов, проведенных в пяти странах ЕС на 208 стадах, показало, что при пастбищном содержании среднесуточный удой коров был на 10-19% выше, чем при стойловом содержании, и составил 21-28 кг молока на 1 гол. По данным Института экономики фермерских хозяйств Германии, себестоимость пастбищного корма на 40% бы-

ла ниже, чем силоса, приготовленного из трав, и в 2 раза меньше себестоимости сена [3].

Опыт работы предприятий региона также показывает, что отсутствие выпаса и выгула приводит к повышению затрат на производство молока, к сокращению продуктивного долголетия животных (до 2,5-2,7 лет), к уменьшению выхода телят на 100 коров (до 75-77 гол.) [3].

Проведенный в хозяйствах Псковской области анализ позволяет сделать следующий вывод: при содержании животных на пастбище, т.е. постоянном нахождении коров в естественных условиях, улучшается качество молока по содержанию белка и витаминов, а также уменьшается яловость дойного поголовья.

Важным фактором для развития скотоводства является то, что Псковская область имеет значительные конкурентные преимущества в виде благоприятных климатических условий для произрастания луговых растений и наличия больших площадей, пригодных для пастбищного содержания крупного рогатого скота, которые необходимо эффективно использовать.

**Цель** исследования – повышение качества молока-сырья, производимого на пастбищных комплексах, за счёт снижения бактериальной загрязнённости путём совершенствования средств механизации линии доения и первичной обработки молока, а также оптимизации ее параметров и режимов работы для достижения высших мировых стандартов по качеству продукции.

**Задачи** исследования:

- подтвердить режимы работы линии первичной обработки молока, апробировать разработанные для неё конструктивно-технологические параметры в производственных условиях;

- сравнить полученные данные работы линии первичной обработки молока с показателями, получаемыми в хозяйствах, и выявить наилучший вариант.

### Объекты и методы

Одной из важнейших задач производства молока в летний период на пастбищных комплексах является увеличение надоев, но наиболее важная задача – сохранение качества молока.

Методологическую основу исследований составили методы системного и структурного анализа, математической статистики и сравнительного эксперимента. Аналитическое описание технологических процессов выполнялось с использованием законов и методов классической механики и математического анализа. Производственные испытания проводились с использованием частных методик, обработка экспериментальных исследований осуществлялась на ПЭВМ с использованием программ Statgraphics Plus, КОМПАС 3D LT V12, Excel.

### Результаты и их обсуждение

С целью сохранения вкусовых и питательных свойств молока нами была разработана поточно-технологическая линия первичной обработки молока (рис. 1).

Предлагаемая поточно-технологическая линия доения и первичной обработки молока предполагает с учетом экологических особенностей: подготовительные операции и доение коров на доильной установке УДС-ЗБ с увеличенным диаметром молокопровода и доильных шлангов; очистку молока в проточной фильтре, в том числе и очистку от бактериальной загрязнённости при воздействии ультразвука; термизацию молока; первичное охлаждение в установке с применением естественного холода; доохлаждение и кратковременное хранение в мобильном резервуаре; транспортировку молока в культурную зону.

Система получения высококачественного молока функционирует следующим обра-

зом. Вакуум создается водокольцевым вакуумным насосом 5 с электродвигателем 3, работающим от генератора 2 дизельной станции 1. Работа насоса происходит в автоматическом режиме с помощью преобразователя частоты 4. Коровы заходят в станки доильной установки 7. Производятся подмыв и массаж вымени, одевание доильных аппаратов, от которых молоко поступает в молокопровод 8. Далее оно молочным насосом 11 прокачивается через фильтр 12 бактериальной очистки и направляется в резервуар для термизации молока 13 с рекуператором 10. Обработанное термизатором молоко поступает в установку охлаждения естественным холодом 15, охлаждается и собирается в резервуаре непосредственного охлаждения 16.

Нагрев теплоносителя осуществляется от гелиоустановки 14 в солнечную погоду, а при недостаточности солнечной энергии подключается электронагреватель 17.

Разработанная линия предполагает транспортировку молока по молокопроводу диаметром 52 мм с целью снижения затрат энергии на преодоление сопротивления движению и образования молочных пробок; очистку молока от механических и бактериальных примесей фильтром; повышение сортности молока термизатором [4] на 52-55%; охлаждение молока естественным холодом до 14°C [5]; непосредственное доохлаждение до 4°C и хранение в мобильном резервуаре.

Производственные исследования проводили в летний период в реальных условиях на пастбищных комплексах СПК «Родина» и СПК «Красное Знамя», ООО «СПК-колхоз Маевский» Новоскольнического района, ОАО «Племзавод Удрайское».

В проводимых производственных исследованиях использовали ранее обоснованные оптимальные конструктивно-режимные параметры разработанной установки для термизации молока на пастбищных комплексах [8]. Также измеряли температуру молока до и после тепловой обработки, контролировали температуру нагрева теплоносителя, затем определяли суммарные затраты теплоты на процесс термизации молока.

При исследованиях установки для термизации молока с рекуператором в составе технологической линии по первичной обработке молока на пастбищных комплексах были получены следующие результаты.

В процессе тепловой обработки количество вредных микроорганизмов снизилось до 190 тыс./мл. Температура молока после окончания процесса составляла 40-45°C. Результаты опытно-производственных исследований занесены в таблицу 1.

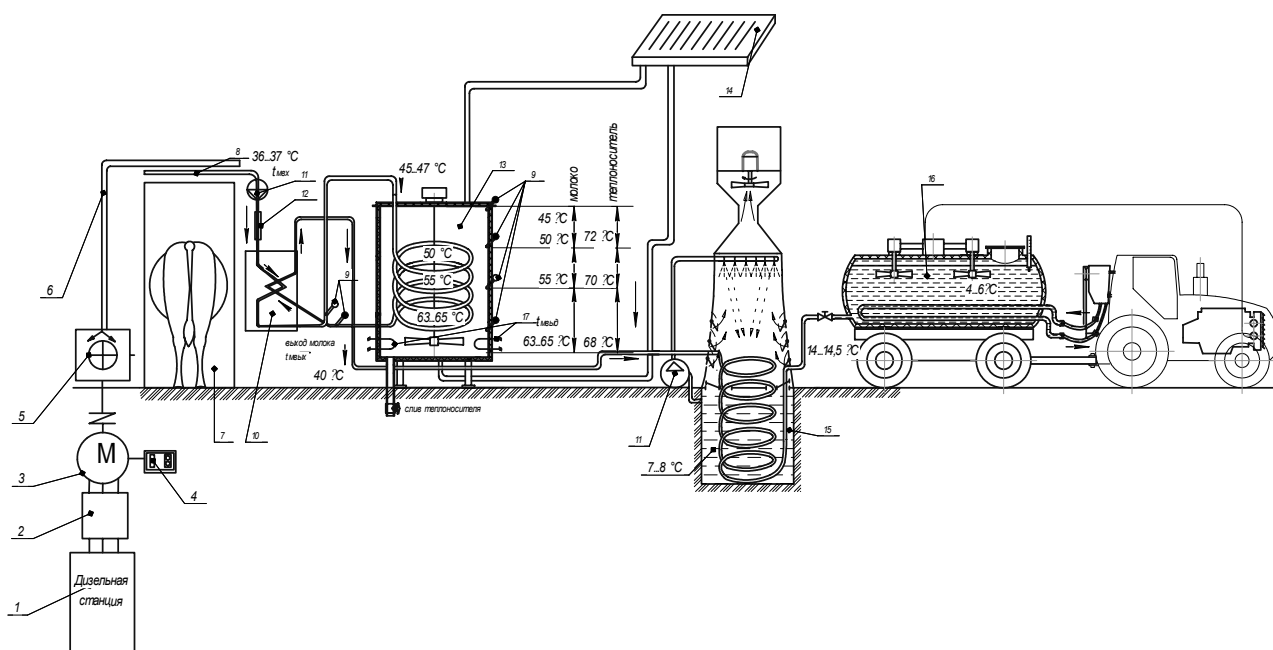


Рис. 1. Технологическая линия доения и первичной обработки молока

Прибор для измерения температуры с датчиками



Установка для термизации молока

Рис. 2. Установка для термизации молока на пастбищном комплексе ООО «СПК-колхоз Маевский» Новоскольнического района Псковской области



Результаты апробации разработанного молочного оборудования

Показатели	Технологии	
	без тепловой обработки	разработанная установка для термизации
Затраты теплоты на процесс, МДж	-	1,02 до 1,28 МДж
Количество вредных микроорганизмов, тыс./мл	500-550	180-190

В результате производственной апробации подтвердилась работоспособность установки для термизации молока, отказы и поломки отсутствовали.

Следующей после термизации важнейшей задачей получения высококачественного молока является его быстрое охлаждение. Для проведения этого процесса нами была разработана установка для охлаждения молока естественным холодом [7]. Программой производственных испытаний было предусмотрено определение технологических показателей процесса охлаждения молока в процессе доения, а также оборотной воды, используемой для охлаждения. Установка для охлаждения молока естественным холодом прошла производственную проверку на пастбищном комплексе ЗАО «Великолукское» Великолукского района.

Установка для охлаждения молока естественным холодом на пастбищных комплексах состоит из змеевикового теплообменника и системы воздушно-капельного охлаждения оборотной воды. Змеевиковый теплообменник был выполнен из нержавеющей стали диаметром 32 мм и помещен в аккумулятор холода с оборотной воды. Аккумулятор холода имел теплоизоляционный слой. Теплообменник посредством патрубков соединялся с молокопроводом доильной установки. Промывка осуществлялась совместно со всем доильным оборудованием.

Технологический процесс осуществлялся следующим образом. Под действием разрежения, создаваемого вакуумным насосом, молоко из вымени коровы через доильные аппараты поступает в молокопровод, а затем в установку для охлаждения молока естественным холодом и направляется в емкость для доохлаждения и хранения молока. При прохождении молока через теплообменник оно охлаждается, т.к. последний находился в аккумуляторе холода с артезианской водой. В верхней части аккумулятора расположена система воздушно-капельного охлаждения воды, в состав которой входят распылитель, соединенный трубопроводом с аккумулятором холода, и центробежный трехпозиционный вентилятор. Сама система выполнена в форме градирни, поэтому распыляемая

форсункой вода охлаждается в процессе распыления и направляется в аккумулятор естественного холода. Для интенсификации процесса охлаждения воды и служит вентилятор. Также в нижней части конуса по кругу в три ряда сделаны отверстия для поступления воздуха, с возможностью регулирования жалюзи. В результате воздушно-капельного теплообмена вода в аккумуляторе естественного холода поддерживается на уровне 10,2-10,4°C. Для чего использовались следующие рациональные конструктивные параметры камеры: диаметр отверстий распылителя – 1,1-1,2 мм; скорость воздушного потока – 0,56-0,58 м/с; давление в системе распыления воды – 0,126-0,129 МПа при производительности 1,2 м<sup>3</sup>/ч.

Предлагаемый технологический процесс сравнивали с технологическим процессом, основанным на использовании холодильных машин, когда охлаждение молока производится предварительно в пластинчатых теплообменниках АДМ.13.000. Сравнение производили на основе замера энергетических показателей. Для характеристики процесса определяли такие показатели, как производительность, потребляемая мощность и температура.

Производительность охладителя определяли путем замера количества охлажденного молока в единицу времени. Общую потребляемую мощность измеряли анализатором качества электроэнергии UMG 96 S. Замеры температурных параметров производили с помощью микропроцессорного двухканального измерителя 2ТРМО с термометрами сопротивления.

Результаты апробации установки для охлаждения молока естественным холодом приведены в таблице 2.

В результате производственные исследования установили, что в разработанной установке охлаждение молока происходит наиболее эффективно и с наименьшими затратами энергии.

На оригинальные виды оборудования составлены проекты исходных технических требований с перспективой их введения в «Систему машин для комплексной механизации для пастбищного животноводства по 2020 г.».

Таблица 2

Результаты апробации установки для охлаждения молока естественным холодом

Показатели	Технологии	
	базовая	разработанная
Применяемое оборудование	РПО-1,6	установка для охлаждения молока естественным холодом
Производительность при охлаждении в потоке, м <sup>3</sup> /ч	-	0,8
Рабочая поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	3,2	2,4
Продолжительность охлаждения до 14°C, ч	2-2,5	0,3-0,5
Температура в аккумуляторе холода, °C	-	10,2-. 10,4
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	-	2-2,5



Рис. 3. Технологический процесс первичного охлаждения и доохлаждения молока на пастбищном комплексе ООО «СПК-колхоз Маевский»

### Заключение

Экспертные комиссии базовых хозяйств, в которых проводили производственные исследования средства механизации, признали конструкции установок перспективными и пришли к выводу о целесообразности их дальнейшего применения в технологических процессах производства молока на пастбищных комплексах.

### Библиографический список

1. Федеральный закон № 88 «Технический регламент на молоко и молочную продукцию». Принят Гос. Думой 23 мая 2008 года, одобрен Советом Федерации 30 мая 2008 года.

2. Обоснование эффективных технологий производства молока в летний период на фермах в зональном разрезе: метод. рекомендации. – М.: ЦНТИПР Госагропрома РСФСР, 1988. – 48 с.

3. Зотов А.А., Кремин В.В. Инновационный путь развития в молочном животноводстве Северо-запада // Ярославский агровестник. – 2013. – № 7.

4. Резервуар для термизации молока в условиях пастбищ: патент на изобретение № 2536968 Рос. Федерация: А23С3/02 / В.А. Шилин, О.А. Герасимова; заявитель и патентообладатель Великолукская гос. с.-х. академия. – № 2012119777/10; заявл. 14.05.2012; опубл. 27.12.2014.

5. Установка для первичного охлаждения молока: патент № 2446679 Рос. Федерация: А23С3/02 / Герасимова О.А., Лобачев А.В.; заявитель и патентообладатель Великолукская гос. с.-х. академия. – № 2009149787/13; заявл. 31.12.2009; опубл. 10.07.2011.

6. Герасимова О.А. Первичная обработка молока на пастбищных комплексах // Вестник Бурятской ГСХА. – 2015. – № 3.

7. Шилин В.А., Герасимова О.А. Охлаждение молока на пастбищах // Сельский механизатор. – 2011. – № 5. – С. 27.

#### References

1. Federal'nyi zakon № 88 «Tekhnicheskii reglament na moloko i molochnyu produkciyu». Prinyat Gos. Dumoi 23 maya 2008 goda, odobren Sovetom Federatsii 30 maya 2008 goda.

2. Obosnovanie effektivnykh tekhnologii proizvodstva moloka v letnii period na fermakh v zonal'nom razreze: metod. rekomendatsii. – M.: TsNTIPR Gosagroproma RSFSR, 1988. – 48 s.

3. Zotov A.A., Kremin V.V. Innovatsionnyi put' razvitiya v molochnom zhivotnovodstve Severo-Zapada // Yaroslavskii agrovostnik. – 2013. – № 7.

4. Rezervuar dlya termizatsii moloka v usloviyakh pastbishch: patent na izobretenie № 2536968 Ros. Federatsiya: A23S3/02 / V.A. Shilin, O.A. Gerasimova; zayavitel' i patentoobladatel' Velikolukskaya gos. s.-kh. akademiya. – № 2012119777/10; zayavl. 14.05.2012; opubl. 27.12.2014.

5. Ustanovka dlya pervichnogo okhlazhdeniya moloka: patent № 2446679 Ros. Federatsiya: A23S3/02 / Gerasimova O.A., Lobachev A.V.; zayavitel' i patentoobladatel' Velikolukskaya gos. s.-kh. akademiya. – № 2009149787/13; zayavl. 31.12.2009; opubl. 10.07.2011.

6. Gerasimova O.A. Pervichnaya obrabotka moloka na pastbishchnykh kompleksakh // Vestnik Buryatskoi GSKhA. – 2015. – № 3.

7. Shilin V.A., Gerasimova O.A. Okhlazhdenie moloka na pastbishchakh // Sel'skii mekhanizator. – 2011. – № 5. – S. 27.



УДК 631.3:621.929.7

И.Я. Федоренко, А.А. Гнездилов  
I.Ya. Fedorenko, A.A. Gnezdilov

## ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУХМАССНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

### THE DYNAMIC PROPERTIES OF A TWO-MASS VIBRATION TECHNOLOGICAL MACHINE

**Ключевые слова:** вибрация, антирезонанс, резонанс, виброизоляция, двухмассная система, диссипация энергии, вынужденные колебания, резонансная настройка, амплитуда колебаний, частота колебаний.

Вибрация обладает уникальными эффектами и явлениями. Каждый эффект сопровождается определенным технологическим процессом. С помощью вибрации можно получить явление резонанса. Резонансные вибрации имеют много достоинств. Но добиться стабильных резонансных режимов работы технологической машины непросто. Поэтому большинство вибрационных машин работает в до- и зарезонансных режимах. Вибрационные машины бывают одно- и многомассными. Одно-массные машины легче исследовать, но у них высокие динамические нагрузки от рабочей зернистой среды передаются на раму, а затем на фундамент, разрушая его. Проблема решается выполнением машины двухмассной. Если к раме двухмассной машины присоединить вибровозбудитель, то график амплитудно-частотной характеристики получится двухрезонансным с одним антирезонансом. Выдвинем следующую гипотезу: в режиме антирезонанса рама машины с вибровозбудителем остается неподвижной, на фундамент колебания не передаются, а рабочий орган совершает интенсивные вынужденные колебания. Учет диссипацию энергии, обусловленную обработкой рабочей зернистой среды, и с помощью

теории колебаний подтвердим наше предположение. В результате получим график с амплитудно-частотной характеристикой двухмассной вибрационной машины с различной степенью диссипации, на котором выделяются две характерные точки. Если одна точка опускается, то другая – поднимается (настройка машины на гашение колебаний). Можно так подобрать параметры вибромашины, что эти точки будут на одной высоте (настройка машины на расширение резонансной зоны). Первая настройка обеспечивает удовлетворительную виброизоляцию рамы машины, вторая – широкий диапазон резонанса (чего и добиваются от резонансной машины). Делаем следующий вывод: по сравнению с одномассной двухмассная система представляет большие возможности для виброизоляции машины и ее резонансной настройке без применения специальных автоматических устройств.

**Keywords:** vibration, antiresonance, resonance, vibration isolation, two-mass system, energy dissipation, forced vibrations, resonant setting, vibration amplitude, vibration frequency.

Vibration possesses unique effects and phenomena. Each effect accompanies a certain technological process. By means of vibration it is possible to obtain a resonance condition. Resonant vibrations have many advantages. But it is difficult to achieve stable resonant modes of operation of a technological ma-