

Юго-западный государственный университет
Московский государственный технологический университет
"СТАНКИН"
Тульский государственный университет
Московский государственный машиностроительный университет
Сумский государственный университет

**СОВРЕМЕННЫЕ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ**

*Сборник научных трудов
XI-ой Международной
научно-практической конференции
19-21 марта 2014 года*

в 4 томах

ТОМ 2

Ответственный редактор *Горохов А.А.*

УДК 621+658+685
ББК Ж.я431(0)
МТО-15 С56

Председатель организационного комитета -
Алтухов Александр Юрьевич, к.т.н., преподаватель кафедры «Машино-
строительные технологии и оборудование» ЮЗГУ, г.Курск.

Члены оргкомитета:

Агеев Евгений Викторович, д.т.н., профессор кафедры АТСиП ЮЗГУ;
Мальхин Виталий Викторович, к.т.н., доцент кафедры «Машинострои-
тельные технологии и оборудование», ЮЗГУ, г.Курск;
Зубкова Оксана Сергеевна, к.т.н., доцент кафедры «Машиностроитель-
ные технологии и оборудование», ЮЗГУ, г.Курск;
Сторублев Максим Леонидович, к.т.н., доцент кафедры «Управление ка-
чеством, метрологии и сертификации», ЮЗГУ, г.Курск.
Пономарев Василий Владимирович, ст. преподаватель кафедры
«Машиностроительные технологии и оборудование» ЮЗГУ, г.Курск.

**Современные инструментальные системы, информационные техноло-
гии и инновации [Текст]: сборник научных трудов XI-ой Междунаро-
дной научно-практической конференции (19-21 марта 2014 года)/ редкол.:
Горохов А.А.(отв. Ред.); в 4-х томах, Том 2, Юго-Зап. гос. ун-т., Курск,
2014. 367 с.**

ISBN 978-5-905556-88-3

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отече-
ственных и зарубежных ученых. Излагается теория, методология и практика
научных исследований в области техники, машиностроения, механики, ма-
териаловедения.

Предназначен для научно-технических работников, ИТР, специалистов в
области машиностроения и материаловедения, преподавателей, студентов
и аспирантов вузов.

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-905556-88-3

УДК 621+658+685
ББК У9(2)0-55

© Юго-Западный государственный
университет
© ЗАО "Университетская книга", 2014
© Авторы статей, 2014

Курск 2014

<i>Казимова Г.Х., Хадиева Г.Д.</i> ПОДХОДЫ К ПРИМЕНЕНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКЕ	152
<i>Кайченко А.В., Власов А.В., Маслов А.А., Власова А.Р., Селяков И.Ю.</i> ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА». ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА	154
<i>Камнев И.П., Карпов Е.Г., Щинников П.А.</i> ВАРИАНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАВИТАЦИОННОГО ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЭС158	
<i>Катишунов В.В.</i> ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС TECHNODIX.....	161
<i>Каримова Л.М., Каримов Р.М.</i> ПРОГРАММИРОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ С ПРОВЕРКОЙ НА ЗАБАЛАНСОВОЙ МЕДНОСУЛЬФИДНОЙ РУДЕ.....	165
<i>Карцев И.Ю., Нечитайло Н.В.</i> СПУТНИКОВАЯ СВЯЗЬ В СФЕРЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	169
<i>Касимов Б.М., Шодмонкулов З.А., Муминов М.Р., Шин И.Г.</i> ОЦЕНКА ЗАПАСЕННОЙ ЭНЕРГИИ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	171
<i>Кашинцев С.Б., Васенева Т.И.</i> ВНЕДРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ И ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	174
<i>Кащеева З.М., Гинтэ С.В.</i> О ТЕРМООБРАБОТКЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО И ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	179
<i>Киселева С.В.</i> 3D ТЕХНОЛОГИИ – КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	183
<i>Климова А.А.</i> ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ УКРАИНЫ	186
<i>Климовицкий М.Д., Харитонов В.И.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ПРОКАТНОГО СТАНА	190
<i>Клыбаева А.Р., Коттелова Н.Б.</i> ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ (ТРМ) НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	191
<i>Кобзистый С.Ю., Андреева Н.А., Корчагина Е.В., Бобров В.Н.</i> КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ	195
<i>Кожинская А.В.</i> ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СТАРЕНИИ МАСЛА И ЕГО МЕХАНИЧЕСКОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ.....	198
<i>Козленко Е.С., Коттелова Н.Б.</i> ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ	202
<i>Козулько Н.В.</i> ВЛИЯНИЕ ЗЕРНИСТОСТИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ШКУРКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПКМ) НА ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ.....	205
<i>Коновалова А.А.</i> ЭЛЕКТРОННЫЕ БИБЛИОТЕКИ: ОБЗОР И СОСТОЯНИЕ	210
<i>Коновалова А.Д., Грузин А.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРАТИВНОГО И РАСЧЕТНОГО ЗНАЧЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА	213

<i>Коттелова Н.Б., Ермолаева Е.О.</i> ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КУЗБАССА	218
<i>Кордюков А.В.</i> ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ НА ОСНОВЕ ЕЁ ГЕОМЕТРИИ И СВЕДЕНИЙ О ТОЧНОСТИ И КАЧЕСТВЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ..	220
<i>Корепанова Н.В., Тюрин А.П.</i> ОСОБЕННОСТИ СНИЖЕНИЯ ШУМА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ.....	225
<i>Корнилович А.В.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСТЮМА ДЛЯ ПАРАШЮТНЫХ ВИДОВ СПОРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ FLOWWORKS.....	227
<i>Королев А.В., Решетникова О.П., Семочкин Г.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА КОНТАКТА В УПОРНО-РАДИАЛЬНОМ ПОДШИПНИКЕ.....	229
<i>Королев А.В., Королев А.А., Рыжжина Л.С.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ТОРОИДАЛЬНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ, НАХОДЯЩИМСЯ ПОД УГЛОМ К ОСИ ВРАЩЕНИЯ	234
<i>Королев А.В., Мухина Е.В., Нейгебауэр К.С.</i> СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ УПОРНО-РАДИАЛЬНЫХ ПОДШИПНИКОВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	236
<i>Корчагин В.В., Корчагина Е.В., Андреева Н.А.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ «ЧЕЛОВЕК – СРЕДА ОБИТАНИЯ»	239
<i>Корчагина Е.В., Андреева Н.А., Кобзистый С.Ю., Корчагин В.В.</i> К ВОПРОСУ О РАЗРЕШИМОСТИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ШЕСТОГО ПОРЯДКА	241
<i>Касимов И.С., Рахмонов Ф.Г.</i> ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ОКСИКАРБОНИТРИДНОГО СЛОЯ НА СТАЛИ 45	246
<i>Костин Д.А., Марыина Н.Л., Разуваев А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРИМЕНЕНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ СРЕДНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ МОЩНОСТИ.....	249
<i>Крайнов А.С., Частухина Н.А.</i> ПОЛУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ХЛОРИДА НАТРИЯ И КАЛИЯ В РЕЖИМЕ ГОРЕНИЯ.....	253
<i>Краснощек Ю.С.</i> КИНЕМАТИКА СВОБОДНООБКАТНОГО РЕЗАНИЯ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	256
<i>Кривошукский К.С., Заетур А.А.</i> ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО ПОРОШКА TiC С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОЛИТА	260
<i>Кривоносова Е.К.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОГО ПОДХОДА	262
<i>Кубаева Д.Р., Харьковский В.С.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....	266
<i>Кублин И.М.</i> РОЛЬ МАРКЕТИНГА В ФОРМИРОВАНИИ АССОРТИМЕНТА ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	268
<i>Кудашева И.О., Синчурина Д.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСА РАСПЫЛИТЕЛЯ ФОРСУНКИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ	272

второе это большая задержка данных на канале связи. Среднее время прохождения сигнала занимает 250 мс., столько же времени требуется сигналу вернуться обратно. Здесь имеет преимущество односторонний интернет, который не нуждается в дополнительных ресурсах.

В свою очередь односторонний спутниковый интернет подразумевает у ряда пользователей уже существующее подключение. В большинстве случаев это дорогой и очень медленный интернет, потому что в большинстве случаев ADSL подключения имеют ограничения по скорости и небольшие сервера. В сравнении все же односторонний спутниковый интернет имеет больше преимуществ. Но постоянное его использование не целесообразно. Имеет смысл держать односторонний спутниковый интернет в резерве, а на постоянной основе использовать наземный интернет, с хорошим провайдером. На случай сбоев или же ремонтных работ.

Но, спутниковый интернет, со всеми своими достоинствами и недостатками, не является самой гениальной разработкой человечества, существует также и спутниковые телефоны, GPS, системы слежения, а также различные военные технологии, к которым простой человек не имеет доступа. За космическими технологиями стоит будущее, и на данном рубеже времени, все не остановится.

Список литературы

1. Малишевский Е.В. Анализ возможности освоения Ка диапазона для развертывания в Казахстане спутниковых систем телекоммуникации и создания отечественного производства наземной аппаратуры спутниковой связи /Малишевский Е.В., Хачикян В.С.// Современные космические технологии: матер. казахстанско-украинской науч. практ. конф. – Алматы, НЦ КИТ, 2008, с. 137-139.
2. Казахстанские спутниковые проекты. Режим доступа: <http://profit.kz/articles/88/Kazahstanskie-sputnikovie-proekti/>

ОЦЕНКА ЗАПАСЕННОЙ ЭНЕРГИИ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Касимов Бахтиёр Мурат угли, магистрант

Шодмонкулов Зохи́р Абдурахимович, ассистент

Мумино́в Мансурбек Рахимович, старший научный сотрудник-соискатель

Шин Илларион Георгиевич, к.т.н., доцент

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан

Поверхность деталей машин после механической обработки характеризуется комплексом параметров качества: остаточные напряжения, глубина и степень деформационного упрочнения, плотность дислокаций, шероховатость поверхности. Каждый из параметров качества поверхностного слоя оказывает значительное влияние на долговечность изделий, однако, не может быть универсальным критерием оценки его квалиметрии. Более

объективным с физической точки зрения и информативным показателем является так называемая скрытая энергия деформации U_s , которая отражает способность контактных поверхностных слоев обрабатываемых деталей при резании или ППД накапливать (аккумулировать) энергию внешнего воздействия в результате термодинамических превращений и трансформации энергетических потоков в процессе пластической деформации металлов. Таким образом, пластическая деформация, сопровождающая механическую обработку материалов, в значительной степени может изменить внутреннюю энергию и, следовательно, энергетическое состояние поверхностного слоя обрабатываемых деталей, характеризуемое скрытой энергией деформации U_s .

Скрытая энергия деформирования определяет степень необратимых изменений кристаллического строения металлов при их пластической деформации, которые характеризуются точечными дефектами (вакансии, примесные атомы, дефекты упаковки), но главным образом – дислокациями, что следует из дислокационного механизма пластического течения и подтверждается прямыми экспериментами (возрастанием плотности дислокаций на три – четыре порядка и резким увеличением плотности вакансий).

Изменение плотности внутренней энергии ΔU_θ в поверхностном слое обрабатываемой детали в соответствии с первым законом термодинамики равно

$$\Delta U_\theta = U_s = A - Q, \quad (1)$$

где A – работа деформации; Q – часть внешней работы, превращающаяся в тепло.

Уточнение данной зависимости состоит в представлении ΔU_θ в виде суммы двух составляющих:

$$\Delta U_\theta = \Delta U_\theta^c + \Delta U_\theta^t, \quad (2)$$

где ΔU_θ^c , ΔU_θ^t – соответственно потенциальная (скрытая) и тепловая составляющая плотности внутренней энергии.

Тепловая составляющая плотности внутренней энергии ΔU_θ^t определяется изменением температуры – от температуры окружающей среды Θ_1 до температуры обработанного материала Θ_2 :

$$\Delta U_\theta^t = \int_{\Theta_1}^{\Theta_2} c_p \cdot \rho_M \cdot d\Theta = c_p \cdot \rho_M (\Theta_2 - \Theta_1), \quad (3)$$

где c_p – удельная теплоемкость материала;

ρ_M – плотность обрабатываемого материала.

Работу упруго-пластических деформаций A , совершенную при отделочно-упрочняющей обработке деталей, вычислим по известному соотноше-

нию:

$$A = \frac{1 + \mu}{6E} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2],$$

или с учетом того, что

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} = \sigma_i \geq \sigma_T,$$

получим

$$A = \frac{1+\mu}{3E} \cdot \sigma_i^2, \quad (4)$$

где σ_i – интенсивность напряжений; μ – коэффициент Пуассона; E – модуль упругости.

Тепловая энергия Q , выделяющаяся в процессе пластической деформации как на стадии зарождения, перемещения и аннигиляции дислокаций, может быть рассчитана по формуле:

$$Q = \frac{\rho}{b} \cdot q_0, \quad (5)$$

где ρ – плотность дислокаций, см^{-2} ; b – вектор Бюргерса, равный $2,5 \cdot 10^{-7}$ м; $q_0 \approx 5 \text{ эВ} = 8 \cdot 10^{-19}$ Дж – энергия связи.

При отсутствии экспериментальных данных плотности дислокаций ρ следует воспользоваться аналитической зависимостью интенсивности напряжений σ_i от плотности дислокаций $\rho(h)$ в соответствии:

$$\rho(h) = \left(\frac{\sigma_i - \sigma_{0,2}}{\alpha \cdot G \cdot b} \right)^2.$$

Тогда тепловая энергия будет равна

$$Q = \frac{\rho}{b} \cdot q_0 = \left(\frac{\sigma_i - \sigma_{0,2}}{\alpha \cdot G \cdot b} \right)^2 \cdot \frac{q_0}{b}, \quad (6)$$

С учетом приведенных соотношений получим формулу для плотности скрытой энергии деформаций:

$$\Delta U_{д}^c = \frac{1+\mu}{3E} \cdot \sigma_i^2 - \left(\frac{\sigma_i - \sigma_{0,2}}{\alpha \cdot G \cdot b} \right)^2 \cdot \frac{q_0}{b} - c_p \cdot \rho_M (\Theta_2 - \Theta_1) - U_0, \quad (7)$$

где $\sigma_{0,2}$ – условный предел текучести материала; G – модуль сдвига; α – численный коэффициент, равный 0,2-1,0 в зависимости от механизма упрочнения, $\alpha = 0,8$ при статически независимом распределении препятствий; U_0 – значение внутренней энергии поверхностного слоя деталей до обработки.

Так как линейные несовершенства кристаллической структуры – дислокации играют ведущую роль в механизме пластической деформации металлов и одновременно являются аккумуляторами скрытой энергии, то естественно предположить, что вся плотность запасенной энергии есть энергия дислокаций:

$$\Delta U_{д}^c = E_{\text{диск}} = \frac{G \cdot b^2 \cdot \rho}{4\pi(1-\mu)} \cdot \ln \frac{1}{b\sqrt{\rho}}, \quad (8)$$

где вместо плотности дислокаций ρ используем уже известное и данное выше соотношение. Тогда получим:

$$\Delta U_{д}^c = \frac{(\sigma_i - \sigma_{0,2})^2}{4\pi(1-\mu) \cdot G \cdot \alpha^2} \cdot \ln \left(\frac{G \cdot \alpha}{\sigma_i - \sigma_{0,2}} \right). \quad (9)$$

Уровень удельной скрытой энергии деформации, рассчитанный по дислокационному методу, составил $U_s = 0,0829$ Дж/мм³ на глубине поверхностного слоя 0,01 мм при обкатывании шариком образцов из стали 35. Интенсивность остаточных напряжений, рассчитанная по ранее разработанной структурно – энергетической модели равна $\sigma_{i, \text{ост}} = 728,4$ Н/мм² и отличается от экспериментального значения не более, чем на 3%.

При алмазном выглаживании стали 20 в нормализованном состоянии удельная запасенная энергия $U_s = 0,00527$ Дж/мм³. Режим обработки: $v=50 \dots 100$ м/мин, радиус сферы алмазного индентора $R_1 = 1,5 \dots 3$ мм, усилие $P=50 \dots 250$ Н, подача $s=0,05$ мм/об. Интенсивность остаточных напряжений, рассчитанная по модифицированной формуле Фриделя, составила $\sigma_{i, \text{ост}} = 581$ Н/мм².

Важность аналитического определения интенсивности остаточных напряжений состоит в том, что позволяет осуществить прогнозную оценку усталостной прочности и относительной долговечности деталей в эксплуатационных условиях через главные остаточные напряжения, которые легко можно найти через первый инвариант тензора напряжений.

ВНЕДРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ И ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Кашицев Сергей Борисович, магистрант
Васенева Тамара Ивановна, к.т.н., доцент*

Ивановский государственный политехнический университет

В настоящее время в условиях высокой конкуренции необходимо разрабатывать и применять инновационные подходы в управлении производствами и предприятиями. Такими инновационными подходами являются лин-технологии (бережливое производство). Система организации бережливого производства на предприятии предполагает создание гибкой системы управления, способной к непрерывному улучшению.

Бережливое производство (англ. lean – «тощий, стройный, без жира»; в России используется перевод «бережливое», также встречаются варианты «стройное», «щадящее», «рачительное», помимо этого встречается вариант с транслитерацией – «лин») – концепция менеджмента, основанная на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя [1].

В основе бережливого производства лежит задача выявления и устранения потерь во всех видах деятельности. Рассматривая процесс как временную ось операций движения материала и потоков информации и составляя