

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

¹Баранова Е. М., ²Баранов А. Н., ³Кулешова Н. В.

¹*Тульский государственный университет,
Тула, Россия, elisafine@yandex.ru,*

²*Тульский государственный университет,
Тула, Россия, anbbna1@yandex.ru,*

³*Тульский государственный университет,
Тула, Россия, nata_kyl@mail.ru*

Аннотация. В статье представлен обзор спроектированного автоматизированного комплекса, целью применения на промышленных предприятиях которого позволит успешно решать вопросы ресурсосбережения на всех этапах производства изделий – от проектирования технологических операций до аналитики параметров качества полуфабрикатов.

Ключевые слова: автоматизированный комплекс, ресурсосбережение, технологии, технологический процесс.

Abstract. The article presents an overview of the designed automated complex, the purpose of which will be used in industrial enterprises to successfully solve resource conservation issues at all stages of product production – from the design of technological operations to the analysis of quality parameters of semi-finished products.

Key words: automated complex, resource saving, technology, technological process.

В настоящее время в условиях ресурсосберегающего (постиндустриального) этапа развития экономики многие производственные предприятия России начинают работать в режиме бережливого производства. Бережливое производство включает в себя массу подходов по борьбе с простоями и неоправданными издержками на всех стадиях процесса изготовления продукции. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации диктует требования к функционированию производственных систем России с учетом минимизации потребления всех видов ресурсов – энергетических, временных, материальных.

В то же время научный потенциал производственных систем сегодня растет высокими темпами, а это означает, что предприятия должны достаточно быстро ориентироваться на новые конструкции изделий, актуальные для рынка и нужд Российской Федерации, на новые материалы и их сплавы, из которых целесообразно производить изделия, на новое оборудование, разработанное отечественными производителями.

Следует отметить, что, кроме того, предприятия должны функционировать в условиях обеспечения высоких показателей качества производимой продукции.

В сложившихся условиях многим производственным предприятиям требуется автоматизированный комплекс проектирования технологических процессов, поскольку на отработку новой технологии для принципиально новой конструкции изделия или при применении нового сплава, требуется достаточно большое количество времени, что, в свою очередь, приводит к производственным простоям.

Российский рынок программных продуктов в области автоматизации проектирования производственных процессов предлагает ряд информационных решений, например, система автоматизированного проектирования информационных процессов Вертикаль, система автоматизированной подготовки производства ТехноПро, автоматизированный комплекс проектирования и технологической подготовки производства T-Flex и другие.

Однако, готовые программные средства в области проектирования технологий обладают рядом недостатков, а именно:

- не обладают гибкостью в отношении технологий, применяемых на конкретном предприятии;
- не имеют возможности сохранять в базы данных информацию о накопленном производственном опыте, успешно применяемом в ходе разработки новых технологических процессов, например, величины и коэффициенты, характеризующие свойства металлов;
- в большинстве случаев ориентированы на получение 3D-модели изделия, что позволяет успешно применять в производстве станки с ЧПУ (так называемые, САД-системы);
- имеют обширный пласт форм и шаблонов документов, что, часто, не соответствует внутренним стандартам предприятия;
- не способны учесть тонкостей производства, например, имеющееся оборудование, которое, напрямую, оказывает влияние на проектируемую технологию.

Следует отметить, что проект автоматизированного комплекса необходим для АО «Тульский патронный завод».

Проектируемый автоматизируемый комплекс содержит ряд модулей, между которыми осуществляется обмен данными. На текущий момент предусмотрены следующие подули автоматизированного комплекса:

- модуль для обработки экспериментальных данных при испытании материалов на разрыв/сжатие (МЭД);
- модуль для исследования внутренней структуры материалов и построения диаграмм время – температура превращений, так называемых, ВТП-диаграмм (МВТП);
- модуль для расчета основных параметров технологических операций производства изделий (МРП).

Таким образом, текущая версия автоматизированного комплекса содержит 3 модуля. Модули обмениваются потоками данных по следующему принципу: МРП осуществляет расчет параметров операций, однако, если для производственных целей используется новый материал, обладающий неизвестными свойствами, например, не известны такие величины как временное сопротивление

разрыву материала в упрочненном состоянии, предел текучести материала в упрочненном состоянии, коэффициенты начальной и упрочненной анизотропии материала, то на первом этапе необходимо задействовать модуль МЭД.

Модуль МЭД позволит рассчитать размеры испытательных образцов, подлежащих растяжению или сжатию, градуировать величины нагрузок разрывных машин и величины удлинения и утонения (уменьшения и утолщения при проведении испытаний на сжатие), получить по результатам испытаний конечные значения искомых величин и записать их в базу данных, на которую ссылается автоматизированный комплекс.

Если в результате расчетов модуль МРП получает недопустимые значения деформаций материала, что грозит потерей устойчивости материала, проявляющейся на практике как образование продольных и поперечных трещин (потеря устойчивости 1 и 2 рода), то необходимо проведение операций отжига (нормализации) полуфабрикатов готового изделия. Для получения параметров отжига или нормализации задействуется модуль МВТП. Модуль МВТП позволяет отследить внутреннюю структуру материала и рассчитать параметры отжига (нормализации), а именно температуру нагрева материала, время выдержки материала при заданной температуре, способ остужения материала (в воде/на воздухе) с целью формирования необходимых механических свойств материала полуфабрикатов после снятия деформационных напряжений. После включения в работу МВТП модуль МРП повторяет расчеты, гарантируя отсутствие потери устойчивости материала заготовок в процессе из силового формоизменения.

Следует отметить, что автоматизированный комплекс разработан под номенклатуру изделий типа замкнутая оболочка.

На рис. 1 показана схема функционирования спроектированного автоматизированного комплекса.

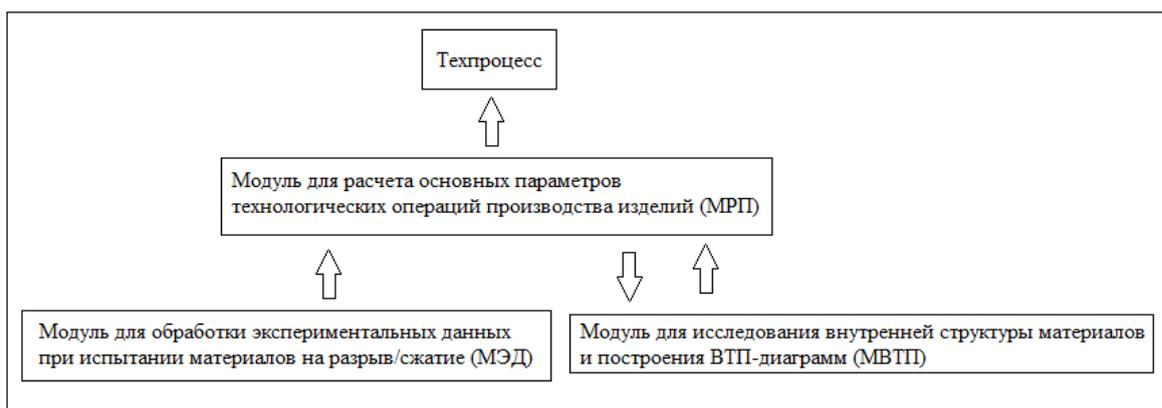


Рисунок 1 – Схема функционирования спроектированного автоматизированного комплекса

Представленный состав модулей в комплексе может расширяться. Расширение комплекса намечено в следующих направлениях:

- наращивание номенклатуры изделий, для которых целесообразно осуществлять автоматизированное проектирование технологических операций;
- учет парка оборудования для реализации спроектированных технологических операций;
- разработка дополнительного модуля по обеспечению качества выпускаемой продукции, а именно по расчету параметров процедур контроля (модуль МКК);
- разработка статистического модуля для проведения аналитических операций относительно получения бракованной доли продукции в процессе производства.

Текущие модули автоматизированного комплекса соединены единой базой данных, логическая структура которой представлена на рис. 2.

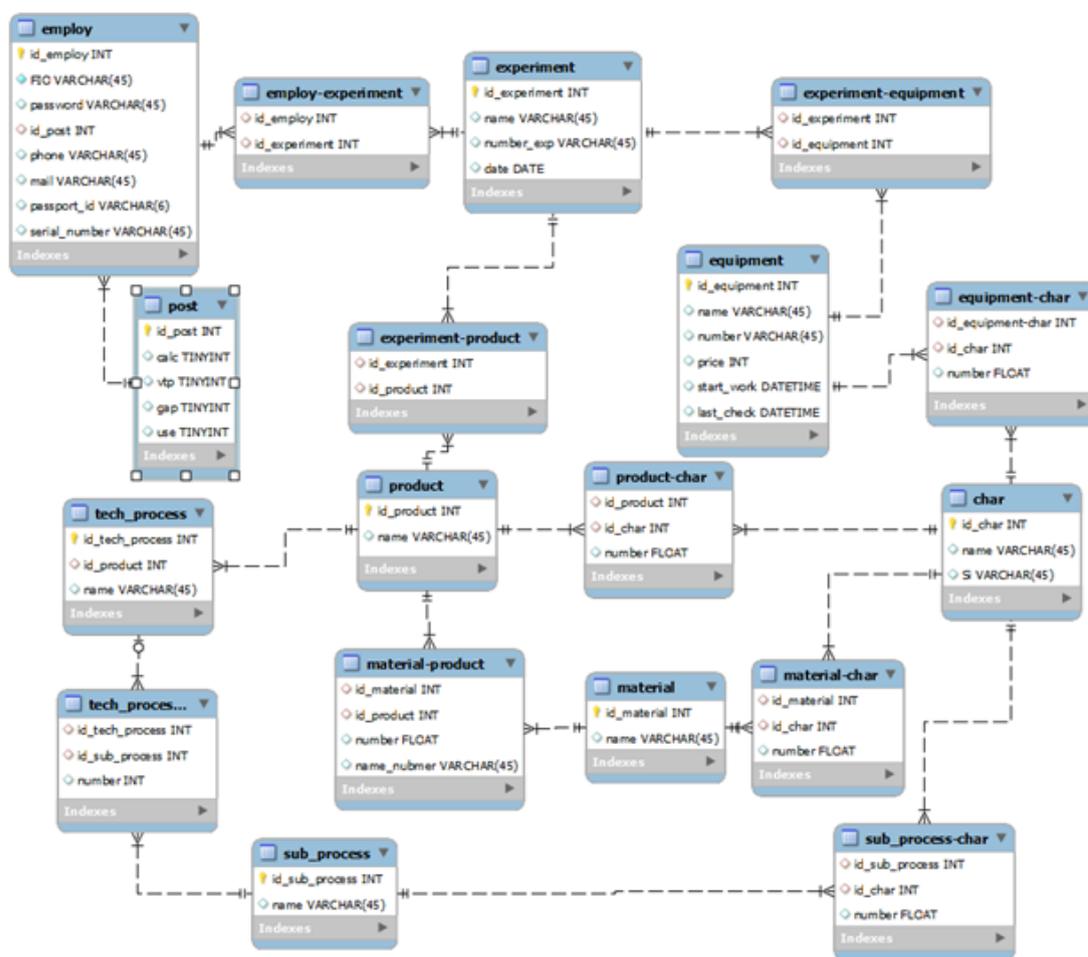


Рисунок 2 – Логическая структура базы данных спроектированного автоматизированного комплекса

База данных автоматизированного комплекса содержит следующие таблицы для записи/считывания программными средствами информации: Таблица employ (Сотрудники), Таблица experiment (Эксперимент), Таблица equipment (Оборудование), Таблица product (Продукция/Изделия), Таблица

tech_process (Технологический процесс), Таблица material (Материалы), Таблица char (Характеристика материала), а так же ряд вспомогательных таблиц, таких как Таблица sub_process, Таблица employ-experiment, Таблица experiment-equipment, Таблица equipment-char, Таблица product-char, Таблица material-char, Таблица sub_process-char, Таблица material-product, Таблица tech_process-sub_process, Таблица experiment-product.

Таблица post необходима для хранения паролей с целью разграничения прав доступа сотрудников, эксплуатирующих автоматизированный комплекс.

Для разработки спроектированного автоматизированного комплекса выбраны следующие средства разработки:

- система управления базами данных (СУБД) MySQL;
- язык программирования Python;
- интегрированная среда разработки с использованием языка Python PyCharm;
- графический модуль PySide6 и библиотека NumPy.

Принципиальная схема функционирования автоматизированного комплекса обширна, поэтому в качестве примера представлена укрупненная схема одного из модулей комплекса, а именно модуля МЭД.

На рис. 3 представлена укрупненная схема одного из модулей комплекса, а именно модуля МЭД.

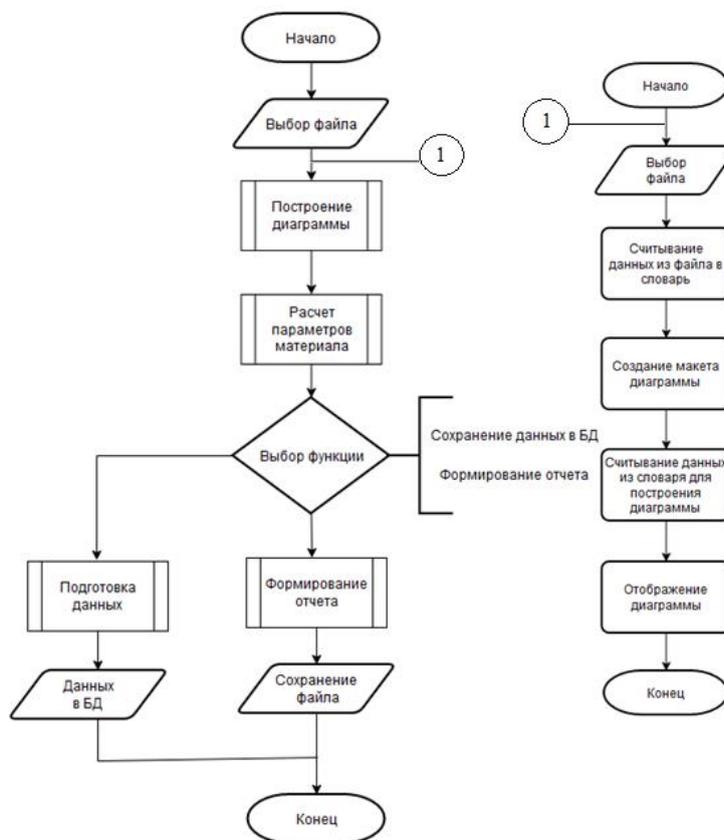


Рисунок 3 – Укрупненная схема модуля МЭД

Разработанный автоматизированный комплекс при внедрении его на производственные предприятия позволит добиться существенных успехов в отработке вопросов ресурсосбережения.

Следует так же отметить, что не только сам по себе процесс автоматизации приводит к сокращению временных простоев вследствие долгой отработки принципиально новых технологий для новейших конструкций изделий. Производственные нюансы, например, учет факторов, значительно влиявших на производство, применение заготовок особой конструкции и прочее так же влечет за собой сокращение расходов, в частности, связанных с закупкой исходных материалов.

Список использованных источников:

1. Гуриков, И. О. Анализ процессов поставки сырья и загрузки оборудования в современных производственных условиях в России / И. О. Гуриков, Е. М. Баранова // Сб. статей VI Междунар. науч.-практ. конф. Актуальные научные исследования. В 4 ч. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2022. – Ч. 2. – С. 61–64.

2. Баранов, А. Н. Программное решение для оптимизации параметров техпроцесса с позиций инструментальной выносливости / А. Н. Баранов, В. А. Баранова // Материалы всероссийской науч.-практич. конф. студ. и молодых ученых Молодежная наука в развитии регионов: (Березники, 27 апреля 2022 г.). – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2022. – С. 7–12.

3. Баранова, В. А. Автоматизированная система «контроль качества» в составе измерительного комплекса изделий / В. А. Баранова, А. Н. Баранов // Частное профессиональное образовательное учреждение «Анапский индустриальный техникум» // Сб. тезисов Всероссийской науч.-практич. конф. Научное творчество молодежи, 24 марта 2022 г., Анапа. – С. 423–433.