

Автоматизации управления изделиями и материалами в монтажном проектировании

А. И. Тимошкин, О. В. Полозова, Е. Е. Шапиро

В статье описан эффективный подход к выбору изделий трубопроводов и арматуры при проектировании промышленных объектов как составная часть управления материалами, а также комплекс программных средств автоматизации управления материалами, выпуска проектной документации и интеграции САПР СУБД ПРОЕКТ.

Ключевые слова: СУБД Проект, монтажное проектирование, управление материалами, трубопроводы, фитинги, арматура, фланцы, классы материалов трубопроводов, выбор элементов трубопроводов.

Монтажное проектирование – одна из наиболее трудоемких частей проектирования промышленных производств, в процессе которого проектируется дорогостоящая часть объекта, требует пристального внимания к управлению сортаментом изделий.

Детализация проекта — компоновка оборудования и пространственное решение трубопроводов составляют основной предмет монтажного проектирования. Конструкторская деятельность проектировщика-монтажника заключается в проектировании расположения трубопроводов и определения требуемых изделий — труб, деталей трубопроводов, арматуры, опор и др., и их соединений.

Естественным образом возникает задача управления материалами — классификация и отбор используемых в проекте изделий с учетом требования нормативно-технической документации (НТД), пожеланий заказчика и особенностей проектируемого объекта, формирование заказных спецификаций с учетом специфики выпускаемых изделий конкретными изготовителями.

Из соображений технической и экономической целесообразности, как в процессе строительства, так и во время эксплуатации, при проектировании стремятся сократить перечень используемых изделий, максимально его унифицировав.

Для этого используется подход, ставший уже традиционным: проведение единой технической политики, заключающейся в использовании одинаковых изделий в одинаковых условиях и применение «классов» изделий [1]. Под классом понимается минимальный набор элементов трубопроводов, достаточный для создания проекта в данных условиях. Для создания классов производится анализ монтажно-технологической (МТ) схемы и/или экспликации участков и выделяются

участки с близкими с точки зрения применимости изделий характеристиками.

Характеристики участка, влияющие на выбор изделий:

- транспортируемый продукт (горючесть, химическая агрессивность);
- расчетное давление;
- диапазон температур, (от температуры холодной пятидневки до расчетной температуры продукта);
- диаметр условного прохода.

Целесообразно создавать отдельные классы для трубопроводов (и их элементов) и арматуры, так как арматура имеет более узкий ассортимент. Разделение позволяет комбинировать классы при назначении класса на участки трубопровода, уменьшая тем самым общее число классов.

Создание классов является творческой инженерной задачей, при решении которой требуется учесть множество факторов, в числе которых правила безопасности (ПБ), условия работоспособности изделий, требования технологического процесса, различные конфигурации элементов (например, тип присоединительной поверхности) и множество других.

Классификация и обобщение, проводимые в процессе создания классов, сходны с ABC-анализом [3], идея которого строится на основании принципа Парето: «за большинство возможных результатов отвечает относительно небольшое число причин».

Применение готовых классов не только сокращает перечень используемых изделий, но и значительно упрощает дальнейшее проектирование с их применением [11]. В идеальном случае для заданных условий отобран единственный элемент, который используется автоматически, без дальнейшего анализа. В остальных случаях проектировщик имеет дело только с небольшим количеством вариантов (рис. 1).

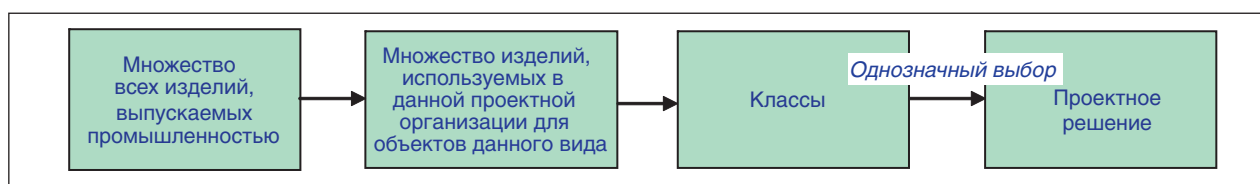


Рис. 1. Отбор и использование изделий в процессе монтажного проектирования

Целесообразно в процессе отбора изделий в классы проводить прочностной расчет на допускаемое давление, позволяющий отсеять изделия с недостаточной толщиной стенки. Для большинства участков, которые обеспечены хорошей компенсацией деформаций от действующих нагрузок, изделия с минимальной толщиной стенки, отобранные на основе прочностного расчета, успешно проходят поверочный расчет на прочность всего участка.

Современный процесс проектирования обязательно включает в себя использование средств автоматизации (САПР). В автоматизации проектирования сложных объектов, в том числе промышленных производств, центральное место занимает графическая система трехмерного проектирования. Наибольшее распространение в мире, в том числе России и странах СНГ, получили зарубежные «тяжелые» системы — AVEVA PDMS, Intergraph PDS и SmartPlant3d, Bentley OpenPlant [4].

К сожалению, уровень их адаптации к российским условиям — стандартам на материалы и изделия и требованиям к выходной документации — крайне низок, что обусловлено значительными различиями в классификации изделий и отсутствием актуализированных баз данных отечественных изделий. Учитывая, что зарубежная классификация материалов и изделий, а также правила оформления проектно-конструкторской документации (ПКД) отличаются от отечественных (часто они устроены проще), внедрение этих систем затруднено и требует значительных усилий. В итоге применение подобных систем оправдано для достаточно крупных проектов, либо с участием иностранных компаний и с применением импортных изделий.

Для решения комплекса описанных проблем — управления материалами, формирования выходной документации по отечественным стандартам, а также с целью интеграции различных, в т. ч. отечественных программ автоматизации ПКД, в ООО «НТП Трубопровод» разработан программный комплекс «СУБД ПРОЕКТ».

При создании системы были поставлены и решены следующие задачи:

1. Произвести сравнительный анализ НТД и выработать единую систематику в описании изделий, используемых при проектировании трубопроводов, для создания на её основе структуры базы данных;

2. Выработать принципы построения классов, максимально учитывающие факторы, влияющие на отбор изделий с целью его наиболее полной автоматизации;

3. Разработать универсальный подход к описанию и хранению информации о конкретном проекте, что позволит реализовать удобный проектировщику способ ввода данных по трубопроводам, получать произвольные выходные документы, и интегрироваться с различными проектными системами, в первую очередь — трехмерного проектирования.

Решение этих задач получили воплощение в составных частях системы.

СУБД ПРОЕКТ разработан как совокупность нескольких компонентов, которые могут быть использованы совместно или независимо (рис. 2)

Универсальная база данных (УБД) — универсальная база данных труб, деталей, арматуры и прочих элементов трубопроводов. Структура БД построена на основе вышеупомянутой классификации, что позволяет хранить информацию без дублирования, обеспечивая при этом полные сведения о параметрах элементов и сортаменте, выпускаемом конкретными производителями.

УБД служит первичным хранилищем и источником данных для остальных частей системы, и может использоваться в качестве справочника по перечню и параметрам изделий. В БД вместе с данными об изделиях хранятся правила выбора, позволяющие ограничить множество используемых в данный момент изделий по определенным критериям, а также классы.

УБД имеет редактор данных для пополнения и средства просмотра содержимого базы с мощными средствами фильтрации. Интерфейс УБД ориентирован на пользователей, не имеющих специальной подготовки в области работы с электронными базами данных.

Генератор классов (ГК) — интеллектуальная программа для создания классов деталей трубопроводов и арматуры.

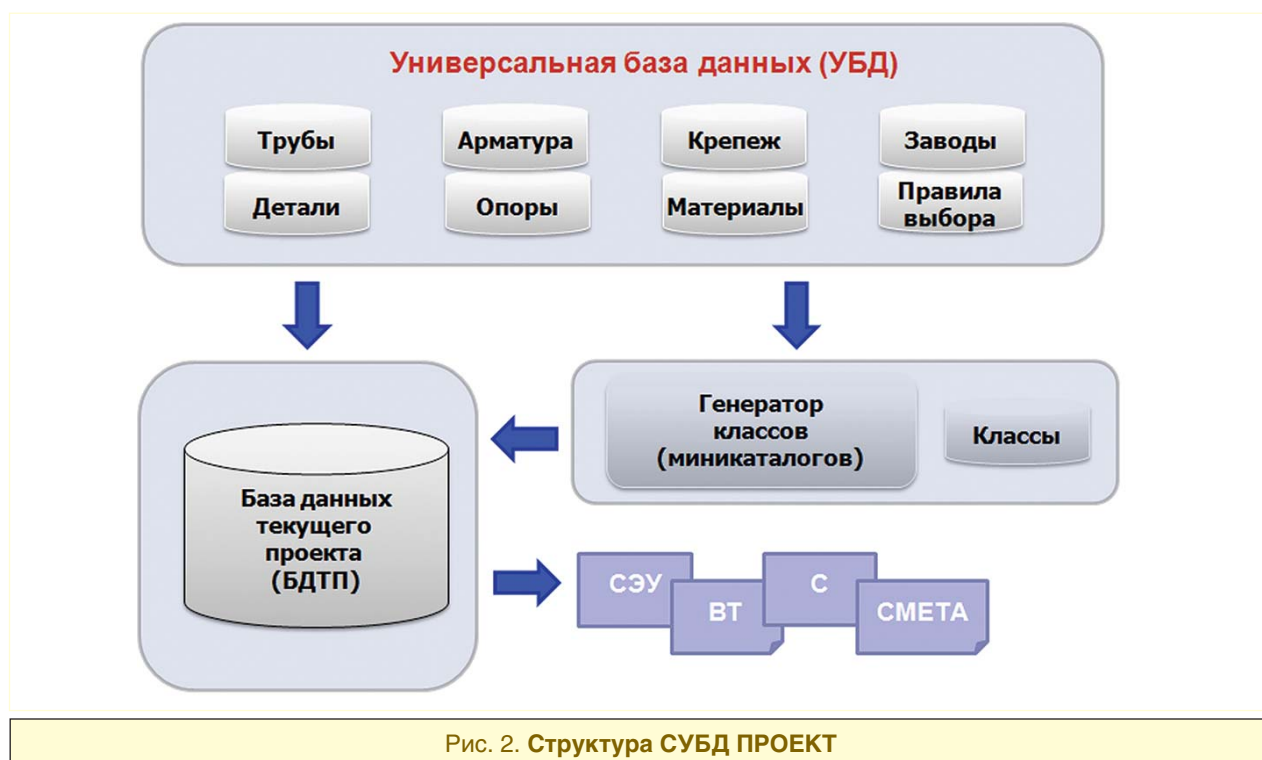


Рис. 2. Структура СУБД ПРОЕКТ

Функционально ГК содержит:

- средства фильтрации изделий по значениям атрибутов (параметрам)
- отбор изделий на основе правил выбора. В поставляемые правила выбора входят требования к устройству и эксплуатации и Правил Безопасности для трубопроводов [7–9].

- механизм определения требуемой толщины стенок труб и фасонных деталей, рассчитанных на условия, для которых формируется класс (расчет на прочность от действия давления при заданной температуре [10, 12])

Классы могут быть экспортированы в базу данных графической системы трехмерного проектирования.

База данных текущего проекта (БДТП) предназначена для управления данными конкретного проекта. Это многопользовательская клиент-серверная программа с централизованным хранением данных.

Использование БДТП подразумевает совместную работу проектировщиков различных специальностей — технологов, монтажников, проектировщиков тепловой изоляции. Данные программы состоят из перечня участков трубопроводов с их параметрами, а также входящих в участок элементов.

БДТП может интегрироваться с трехмерной графической системой проектирования для обмена с ней данными. Также данные БДТП могут быть использованы в других смежных про-

граммах автоматизации. Например, программа ООО «НТП Трубопровод» «Изоляция» для расчета и проектирования тепловой изоляции, имеет функцию импорта данных из БДТП. Это позволяет полностью избежать ввода исходных данных по составу и параметрам изолируемых объектов, а так же по назначению изоляции, полностью сохранив при этом структуру проекта.

Одна из основных функций БДТП — получение ПКД. Для этого используется встроенный генератор отчетов, формирующий документы в формате RTF[6] на основе шаблонов (также в формате RTF). Система шаблонов позволяет произвольным образом настраивать вид выходных документов.

В настоящее время БДТП формирует следующие выходные документы:

- сводная экспликация участков трубопроводов (СЭУ);
- ведомость трубопроводов (ВТ);
- заказная спецификация на трубы и изделия (С);
- задание сметному отделу.

В настоящее время разрабатывается также возможность формирования заданий отделу КИПиА на различные типы приборов.

Использование СУБД ПРОЕКТ совместно с другими системами (рис. 3) позволяет придать законченный вид решению по автоматизации монтажного проектирования.

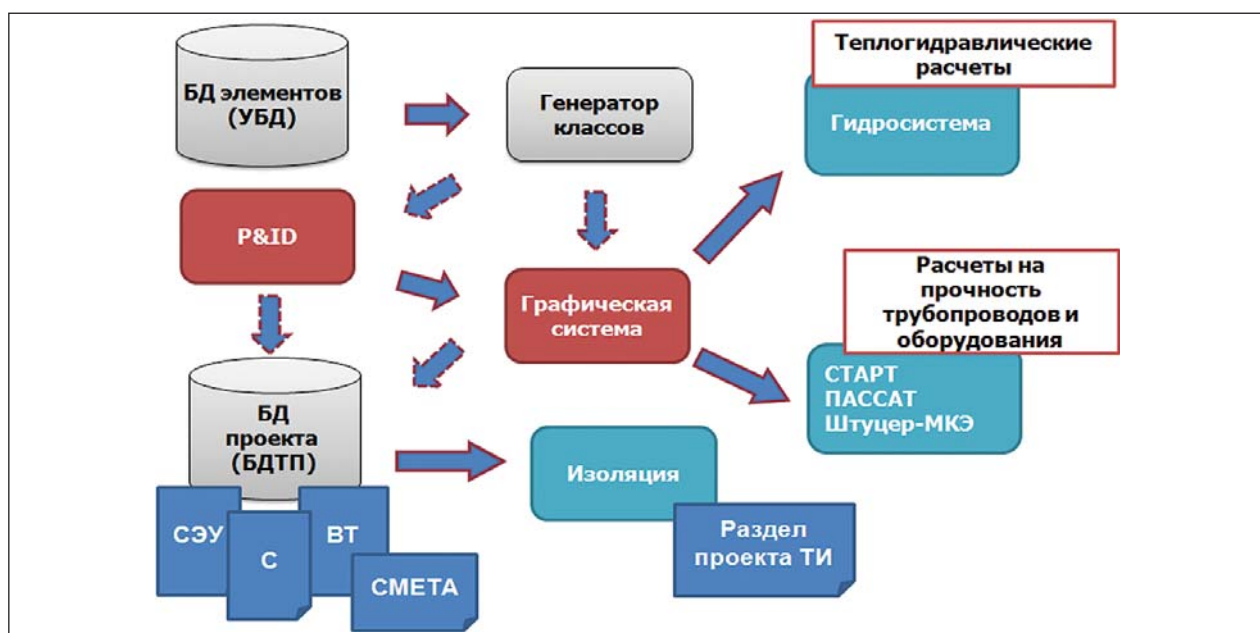


Рис. 3. Схема интеграции СУБД ПРОЕКТ

До появления в виде коммерческого продукта СУБД ПРОЕКТ несколько лет успешно эксплуатировалась ЗАО «Инженерно-промышленная нефтехимическая компания»

при проектировании нефтеперерабатывающих производств, в том числе с использованием PDMS (AVEVA), и положительно себя зарекомендовала.

Литература

1. Магалиф В. Я., Иткина Д. М., Корельштейн Л. Б. Монтажное проектирование химических, нефтехимических, и нефтеперерабатывающих производств. — М., 2010. ???
2. Rase H. Piping Design for Process Plants. NewYork, 1963.
3. Фишер А. Методы выделения групп в ABC-анализе // Логистика и Управление. — 2008. — № 1.
4. Корельштейн Л. Б., Тимошкин А. И. Состояние и тенденции развития зарубежного и отечественного рынков программных продуктов для проектирования технологических установок. Аналитический обзор. — М., 2005.
5. Karnie A., Reich Y. Managing the Dynamic of New Product Development Processes. A new Product Lifecycle Management Paradigm. Springer. 2011.
6. Rich Text Format (RTF) Specification, <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=10725>.
7. ПБ 03-585-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.
8. ПБ 10-573-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды.
9. СА 03-005-07. Технологические трубопроводы нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности. Требования к устройству и эксплуатации. Стандарт ассоциации РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА.
10. СА 03-003-07. Расчеты на прочность и вибрацию стальных технологических трубопроводов. Стандарт ассоциации РОСТЕХЭКСПЕРТИЗА.
11. Полозова О. В., Шапиро Е. Е. «Как упростить выбор изделий трубопроводов при монтажном проектировании // Трубопроводная арматура и оборудование. — 2011. — №6.
12. РД 10-249-98. НОРМЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды. ЗАО «НТЦ ПБ», 2010.

A. I. Timoshkin, O. V. Polozova, E. E. Shapiro

Piping Material Management Automation in Plant Design

The effective approach of pipe, fitting and valve selection in plant design as part of material management is described, as well as Russian Piping Material database management software system for material management, design documentation generation and integration with CAD systems.

Key words: piping material classes, piping element selection, pipe, fitting, valve, material management.