УДК 65.015:004

И.В АРТЕМОВ, ОАО "Головной специализированный конструкторско-технологический институт", г. Мариуполь

ИНТЕГРАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ САПР КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ПО ИЗДЕЛИЯМ МАШИНОСТРОЕНИЯ В РАМКАХ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА НА БАЗЕ PDM-СИСТЕМЫ "SEARCH"

Обґрунтована необхідність інтеграції різних САПР конструкторської підготовки виробництва по виробах машинобудування в рамках єдиного інформаційного простору. Підкреслено, що інформація, одержана з конструкторських САПР, є базовою для автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва. Показані шляхи реалізації поставлених завдань на прикладі конструкторсько-технологічних служб ВАТ "Азовмаш".

A necessity is grounded integration different CAD of designer preproduction on wares engineer within the framework of single informative space. Underline, that the information got from designers CAD, are technological preproduction base for the automated systems. The ways of realization of the set problems are rotined on the example of design-engineering services of JSC "Azovmash".

Введение. Компьютеризация инженерных задач – один из основных путей повышения производительности в сфере подготовки производства машиностроительного предприятия. Опыт эксплуатации средств вычислительной техники и программно-аппаратных средств автоматизации проектирования показал, что рано или поздно каждое предприятие приобретает отдельные программы, подсистемы и системы, позволяющие автоматизировать научно-исследовательские и конструкторско-технологические работы. Предназначенные для решения одной или нескольких конкретных задач программные продукты до определенного времени позволяют улучшать условия труда и автоматизировать отдельные операции проектирования и изготовления [1]. Специалисты предприятий, применяющих САПР, уже давно пришли к мысли, что автоматизация отдельных направлений производственной деятельности, например, только конструкторского проектирования, не дает нужного эффекта [2].

В условиях жестких требований рынка к сокращению сроков проектирования и подготовки производства, к повышению качества изделий необходим выход на качественно новый уровень компьютеризации. Этот уровень обеспечивает применение CALS-методологии (Continues Acquisition and Life cycle Support), суть которой состоит в непрерывной информационной поддержке разработчиков на всех этапах жизненного цикла изделия (ЖЦИ), который определяется четырьмя основными этапами: проектированием изделия, подготовкой производства, изготовлением и эксплуатацией [3].

Стратегическое решение задачи перехода к CALS-технологиям предполагает применение интегрированных решений по следующим направлениям [4]:

- сквозная компьютеризация всего спектра инженерных задач в проектировании и подготовке производства с выбором базовых CAD/CAM/CAE-систем и поддержкой необходимых форматов данных для обмена конструкторской и технологической информацией;
- организация единой базы данных проекта для поддержки всех этапов ЖЦИ, компьютеризация управления проектированием и подготовкой производства на основе применения PDM-систем (PDM – Product Data Management – системы управления проектами).

Предприятиям требуется комплексная автоматизация всего процесса проектирования с возможностью накопления информации для систем АСУ с целью дальнейшей подготовки производства. Ведь необходимо не только разработать комплект чертежей – на них необходимо выпустить спецификации по установленным в отрасли или на предприятии правилам, а также требуется провести и утвердить комплект КД в различных службах и, в конце концов, сдать документацию в архив. Следующий этап – технологическая подготовка производства. По завершении проектно-конструкторских работ технологи должны получить от конструкторов комплект КД на разрабатываемое изделие для написания технологии его изготовления.

Здесь немаловажно использование единой для конструкторов и технологов базы данных материалов и комплектующих, а также доступной как конструкторским, так и технологическим службам архивной информации.

Вышесказанное лишь очерчивает проблему автоматизации конструкторско-технологического проектирования, но этого уже достаточно, чтобы задаться вопросом: возможно ли объединить конструкторские и технологические системы проектирования, базу данных стандартных элементов и материалов, электронный архив технической документации в одном комплексе, в едином информационном пространстве и создать сквозной цикл конструкторско-технологической подготовки производства [5].

Состояние проблемы. Как известно, системы управления информацией об изделии и проектными данными (PDM) играют роль интегрирующих информационных систем (ИИС) для систем инженерно-конструкторской подготовки нового изделия CAD/CAM/CAE.

Создание ИИС подготовки и управления процессом проектирования не может рассматриваться просто как покупка “готовых” программных решений, установка их на компьютерах и объединение этих компьютеров в сеть. При этом у большинства проектных организаций обязательным требованием является максимально полное использование уже имеющихся на предприятии программных продуктов (различного рода САПР, офисных и расчетных программ и т.п.) и технических средств, а

также знаний и опыта людей, занятых в производстве, “исторически” сложившихся технологий подготовки производства, отражающих специфику предприятия [6].

ОАО “Азовмаш” – предприятие, выпускающее железнодорожные цистерны, грузовые вагоны, металлургическое, подъемно-транспортное и горнорудное оборудование, спецтехнику и другие изделия тяжелого машиностроения. Вся конструкторская документация на эти изделия разрабатывается по направлениям в специализированных конструкторских отделах, а технологическая – в технологических службах (отдел главного технолога, отдел главного сварщика, отдел главного металлурга, технический отдел), которые являются общими для всех производств ОАО “Азовмаш”.

В настоящее время все конструкторские и технологические подразделения объединены в Головной специализированный конструкторско-технологический институт (ОАО “ГСКТИ”). Так исторически сложилось, что автоматизация инженерного труда в институте коснулась в первую очередь конструкторских служб. Несмотря на то, что в конце прошлого столетия еще не было специализированных конструкторских программ, широкое распространение в отделах получил графический пакет AutoCAD. Он был легок в освоении, во многих вопросах позволил заменить кульман и, что особенно важно, имел встроенный язык программирования Lisp, который дал возможность самостоятельно писать программы по автоматизации процесса конструкторских работ, т.е. простые собственные CAD-системы.

Чуть позже начали применять комплекс конструкторских программ “КОМПАС”, а затем пакет трехмерного проектирования SolidWorks. Причем системы автоматизированного проектирования в основных конструкторских отделах (металлургическом, подъемно-транспортного и горнорудного оборудования, спецтехники и т.д.) до последнего времени развивались автономно, независимо друг от друга. На предприятии отсутствовал единый стандарт применения информационных систем. Каждое подразделение “варилось в собственном соку”, в своих наработках. Не был организован процесс коллективной работы в сети, отсутствовали общезаводские номенклатурные базы данных по материалам, комплектующим, оборудованию и т.д. Невозможен был быстрый поиск электронных технических документов, их версий, данных об изделиях. Таким образом, существовали проблемы, свойственные многим машиностроительным предприятиям СНГ.

Что касается технологической подготовки производства, то на практике сложилось так, что в процессе автоматизации производства технологи оказались почти совсем забытыми. Вялые попытки автоматизировать разработку техпроцессов делались, в основном, силами самих технологов. Поэтому в настоящее время ключевым аспектом внедрения технологических САПР является разработка конструкторско-технологической документации в рамках единого информационного пространства, организация их

взаимодействия с конструкторскими данными, поступающими от CAD-систем. Все технологические решения должны приниматься на основе информации, полученной с чертежа изделия. Если в САПР ТП структурировать графические данные, объединить их с технологической информацией и в удобном формате представить технологу, то это позволит повысить скорость разработки технологических процессов и сократит сроки выпуска необходимой документации.

Поэтому при решении вопроса автоматизации работы технолога на нашем предприятии одним из главных условий было то, что технологическая система должна быть лишь звеном в цепи интегрированных систем автоматизации управления предприятием: технолог должен максимально воспользоваться информацией о составе изделия и графической информацией из конструкторских САПР (в ОАО “Азовмаш” – это AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС) [7].

Опыт показывает, что наилучший результат может быть достигнут только при таком тесном взаимодействии основных участников процесса подготовки производства – конструкторов и технологов. Для автоматизации этой совместной работы нужна система, которая позволяет в едином информационном пространстве решать разнородные задачи. Программные продукты, обеспечивающие единое конструкторско-технологическое пространство на базе структурных и геометрических моделей, называют интегрированными CAD/CAM системами. Обычно CAD и CAM системы являются специализированными программными продуктами для решения локальных задач черчения, моделирования, написания техпроцессов. Каждая из таких систем может быть сверхэффективной в своей области. Но когда встает вопрос о подготовке производства в целом, который можно решить только интегрировав весь научно-технический потенциал в единый механизм, выясняется, что локальные преимущества совсем не гарантируют общую эффективность.

Анализ рынка интегрированных CAD/CAM/CAE/PDM систем, предназначенных для комплексной автоматизации подготовки производства, показывает, что существует ряд программных продуктов, в той или иной степени удовлетворяющих поставленным задачам. Это, прежде всего, комплексы программ НПП “ИНТЕРМЕХ” (г. Минск), фирмы “АСКОН” (г. Санкт-Петербург), фирмы “Consistent Software” (г. Москва), АО “Топ Систем” (г. Москва) и др. Они, как правило, предоставляют пользователю единое проектно-конструкторско-технологическое пространство. Входящие в них компоненты (системы автоматизированного конструирования (CAD), программы для подготовки производства (CAM), модули для решения прикладных задач (CAE), системы управления проектами (PDM)) сделаны, подобраны и “притерты” таким образом, чтобы обеспечить сквозные процессы проектирования с максимальным эффектом, т.е. предполагается приобретение полного комплекта программ у одного производителя.

В случае нашего предприятия к моменту объединения отделов

института в единое информационное пространство и принятия решения о PDM системе, в различных отделах института уже имелись как сторонники различных CAD-систем (AutoCAD, КОМПАС, SolidWorks) с собственными наработками по тематике отдела, так и огромное количество проектов, выполненных с применением этих САПР.

Полностью отказываться от работающей технологии проектирования, приступая к освоению совершенно нового программного обеспечения, всегда очень рискованно, а чаще – просто невозможно: в лучшем случае это серьезно затруднит работы по конструкторской и технологической подготовке, в худшем – остановит их на неопределенный срок, что в условиях напряженной работы действующего предприятия практически невозможно.

Именно поэтому при выборе и внедрении на нашем предприятии PDM-системы очень важным явилась возможность решение следующих задач:

1. Импорт баз данных номенклатуры, состава и технологии, ранее наработанных предприятием в разнообразных форматах и структурах.

2. Интеграция используемых на предприятии конструкторских САПР в единое информационное пространство, что позволит:

- передавать состав и структуру разрабатываемого изделия;
- сохранять чертежи, модели, спецификации в архиве электронной конструкторской документации, обеспечивая коллективную работу и взаимодействие различных подразделений.

Об особенности решения первой задачи на нашем предприятии будет рассказано в следующих статьях. А сейчас подробнее остановимся на вопросе интеграция различных САПР конструкторской подготовки производства в рамках единого информационного пространства на базе системы ведения архива технической документации, электронного документооборота и управления информацией об изделиях “SEARCH” (разработка НПП “ИНТЕРМЕХ”, г. Минск).

Комплекс программ НПП “ИНТЕРМЕХ” – это гибкая интегрированная среда, которая позволяет значительно повысить эффективность конструкторского и технологического проектирования и охватывает все этапы подготовки проведения и хранения полного комплекта документации на разрабатываемые и выпускаемые изделия.

Главное в данном комплексе программ:

- единая информационная среда;
- последовательная передача данных из одной системы в другую;
- открытая архитектура системы, которая позволяет передавать состав и структуру изделия в единое информационное пространство ТПП предприятия практически из любой САПР.

Данный комплекс включает систему разработки конструкторской документации (сборочных и деталировочных чертежей) в системе CADMECH, работающей в среде AutoCAD, многофункциональную систему трехмерного моделирования CADMECH SW, работающую на

базе популярной САПР SolidWorks, систему ведения архивов технической документации и информации о составе изделия SEARCH, уже давно заслужившую авторитет на отечественном рынке PDM-систем, и систему автоматизированного выпуска спецификаций и ведомостей AVS.

Процесс проектирования начинается непосредственно с разработки конструкторской документации (сборочных и деталировочных чертежей) в системе CADMECH, работающей в среде AutoCAD и SolidWorks. Нет необходимости описывать функциональные возможности CADMECH и его модулей расширения, а вот о технологии проектирования сказать стоит. При помощи уникальной технологии проектирования, предоставляемой CADMECH, конструктор, закончив сборочный чертеж, автоматически получает тщательно проработанные “заготовки” деталировочных чертежей и чертежей подсборок.

Графическая информация о деталях и подсборках автоматически выделяется из сборочного чертежа и сохраняется в отдельные файлы для дальнейшей доработки и полного оформления по ЕСКД. Параллельно происходит регистрация этих чертежей в архивах SEARCH. Далее на сборочный чертеж автоматически формируется спецификация при помощи связки CADMECH и системы AVS. Все сведения о деталях, узлах, стандартных изделиях, материалах со сборочного чертежа передаются в редактор спецификаций, где после автоматической сортировки по правилам предприятия и после простановки позиций формируется спецификация. В конечном итоге пользователь получает готовую спецификацию, оформленную на бланке и соответствующую ГОСТ или принятому СТП. После выпуска спецификации позиции автоматически переносятся на чертеж и устанавливаются на соответствующие полки.

При помощи системы AVS формируются единичные и групповые (форм А и Б) спецификации, а также ВС, ВП, ПЭ. Полученный полный комплект КД автоматически регистрируется в системе ведения архивов технической документации и документооборота предприятия SEARCH. На основании конструкторских спецификаций в системе SEARCH автоматически формируется и ведется полный состав изделия (с расчетом количества на изделие, массы и т.д.) [2].

Таким образом, благодаря связке SEARCH–CADMECH–AVS мы получаем полный комплект учтенной в архиве конструкторской документации и максимально полную информацию для дальнейшей передачи в АСУ предприятия. Очень важно, что данные, подготовленные конструкторскими подразделениями при проектировании изделия в AutoCAD и SolidWorks и сохраненные в архиве SEARCH, являются базовыми для системы технологической подготовки производства TECHCARD (это также разработка НПП “ИНТЕРМЕХ”) [5].

Особенно необходимо отметить, что SEARCH – это универсальная система

документооборота и управления информацией об изделиях, способная взаимодействовать с множеством программных продуктов самого различного назначения. Как уже отмечалось выше, встроенные в SEARCH модули интеграции с такими CAD-системами как SolidWorks и AutoCAD позволяют полностью автоматизировать процесс получения информации о составе и параметрах сборочных единиц и деталей, модели которых созданы в этих CAD-системах, которые нашли широкое применение на нашем предприятии.

Что касается получения информации из "КОМПАС", то готового решения в SEARCH не было. Однако, как и большинство современных пакетов САПР, КОМПАС является открытой системой. Его архитектура позволяет создавать дополнительные программные модули, а затем подключать их во время работы пользователя над проектом. КОМПАС-API и SEARCH-API – это ориентированные на прикладного программиста инструментальные средства разработки различных приложений, которые позволили нам самостоятельно решить проблему организации взаимодействия между системами управления документами и внешними программами. Интерфейс Search-API и КОМПАС-API построен на технологии COM (Component Object Model), которая является стандартом взаимодействия Windows-приложений. В этот стандарт входят:

- набор функций, позволяющий заменять в редакторе документов стандартные диалоги открытия и сохранения файлов на аналогичные диалоги системы документооборота;
- функции для обмена атрибутивной информацией между редакторами и системами управления документами;
- функции, предназначенные для обеспечения ссылочной целостности многофайловых документов [8].

Применение этих API-функций позволило специалистам института разработать собственные модули интеграции SEARCH с "КОМПАС" и автоматизировать процесс получения информации о составе и параметрах сборочных единиц и деталей, разработанных в этой CAD-системе.

Выводы. Успешное внедрение CALS-технологий на крупном машиностроительном предприятии во многом зависит от правильности организации и эффективности функционирования создаваемого единого информационного пространства, на базе которого будет обеспечиваться информационная поддержка жизненного цикла изделий. CALS-технологии предполагают на каждом из этапов ЖЦИ интеграцию множества программных продуктов (офисные приложения, системы CAD/CAM/CAE, системы управления базами данных и т.д.).

Многие из перечисленных продуктов обычно успешно функционируют на предприятии и до внедрения CALS-технологий. В ОАО "ГСКТИ", например, накоплена большая база проектов, разработанных в различных CAD-системах (SolidWorks, AutoCAD, "КОМПАС-График" и др.). Поэтому одной из самых важных проблем внедрения CALS-технологий на нашем

предприятии является интеграция различных САПР конструкторской подготовки производства по изделиям машиностроения в рамках единого информационного пространства и перенос уже наработанной информационной базы в формируемое единое информационное пространство. Система ведения архива технической документации, электронного документооборота и управления информацией об изделиях “SEARCH” (разработка НПП “ИНТЕРМЕХ” г. Минск) позволяет решить в полной мере эти проблемы на нашем предприятии.

Список литературы. 1. *Егоров М.* Концепция создания иерархической интегрированной САПР предприятия в едином информационном пространстве корпорации // САПР и графика. – № 11. – 2001. **2.** *Игонин И.* „Интермех”: комплексные решения // САПР и графика. – № 9. – 2001. **3**. *Грувер* М, *Зиммерс Э.* САПР и автоматизация производства. – М.: Мир, 1987. – 528 с. **4.** *Яблочников Е.* Компьютеризация подготовки производства в едином информационном пространстве предприятия // САПР и графика. – № 3. – 2001. **5.** *Игонин И.* САПР ИНТЕРМЕХ – теперь и под SolidWorks // САПР и графика. – № 6. – 2002. **6.** *Гаврилов В.* Использование систем класса PDM при управлении проектными работами // САПР и графика. – № 11. –2001. **7.** *Артемов И.В.* О необходимости внедрения автоматизированных систем технологической подготовки производства на крупном машиностроительном предприятии // Вісник НТУ “ХПІ”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск Машинознавство та САПР. – Харьков: НТУ “ХПІ”. – 2005. – № 53. –С.12-18. **8.** *Жуков Д.* SEARCH – слухи и факты // САПР и графика. – № 3. –2002.

Поступила в редколлегию 04.05.2006

УДК 621.747.51.06

Е.Н. БАРЧАН, ОАО “Головной специализированный конструкторско-технологический институт”, г. Мариуполь

О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫБИВНЫХ ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ РЕШЕТОК В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФОРМОВОЧНОЙ ЛИНИИ

Наведено аналіз конструкції машин для вибивання литва, які основані на різних фізичних впливах на матеріал залитої металом форми. Окремі розглянуті технічні рішення можна використовувати при створенні нових або модернізації існуючих вибивальних установок.

The analysis of machine structure for casting knockout, based on different physical influences upon the material of shape filled with metal is presented. Separate technical decisions are recommended for the use during modernization of existent knockout plants or at making the new ones.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Выбивка литья является трудоемкой операцией, при выполнении которой необходимо решать целый ряд различных задач: отделение отливки от формы, дробление отделившейся формовочной смеси, уменьшение пылевыделения и ограничение шумового воздействия. При этом должна

обеспечиваться надежность и долговечность работы выбивного оборудования. К настоящему времени нет четких рекомендаций по выбору оптимальных конструкций выбивных решеток для конкретных условий производства, в том числе применительно к автоматическим формовочным линиям. Их определение является важной научной и практической задачей.

В автоматических линиях литейного производства в качестве выбивных устройств применяются, главным образом, электромеханические выбивные решетки инерционного типа.

В современных автоматических линиях выбивные решетки применяют чаще всего в сочетании с механизмом выдавливания кома, установленным перед выбивной решеткой. Назначение выбивных решеток автоматических линий – разрушение кома, который периодически поступает на приемную часть полотна решетки, отделение отливок от формовочной смеси, которая должна пройти сквозь щели полотна решетки на провал, и одновременное транспортирование отливок от приемного торца решетки к разгрузочному.

Конструктивно выбивные инерционные решетки отличаются типом возбудителя, местом его установки и направлением колебания полотна решетки. В выбивных решетках с транспортированием вибровозбудитель расположен несимметрично относительно опор, благодаря чему создаваемое им возмущающее усилие направлено под углом к полотну решетки, чем и достигается эффект транспортирования.

Для крупного литья чаще используются двухвальные вибровозбудители, приводимые во вращение отдельными электродвигателями. При этом из рекомендуемых схем выбивных решеток (см. фиг.7.3 [1]) наиболее радикальными являются схемы № 9 и 11 с расположением вибровозбудителей над полотном решетки, что облегчает условия технического обслуживания привода.

В технической литературе освещены отдельные вопросы расчета и экспериментального исследования прочности и надежности инерционных выбивных решеток конкретных конструкций. Так, в работе [2] отмечается, что наименее надежным элементом решетки является рама, в которой возникают значительные напряжения. Но конструкции рам для крупногабаритных транспортирующих решеток существенно отличаются от таковых для мелкого и среднего литья. Поэтому каждая конкретная конструкция рамы требует индивидуального подхода при определении возникающих в ней напряжений.

Исследование напряженного состояния металлоконструкции выбивной решетки транспортирующей. Конструкция и состав автоматизированной линии изготовления крупного вагонного литья действующего производства изображена на рис.1. Конструктивно выбивная решетка состоит из корпуса *1*, в котором закреплены *4* пары балок *2*, на каждую пару балок опирается одна секция колосниковой решетки *3*. Корпус опирается на 4 группы амортизаторов *4*. Основные технические данные по решетке: грузоподъемность – 100 кН, размер рабочего полотна – 5800х2000 (мм), частота колебаний – 1000 об/мин. (104,66 1/с), установленная

мощность электродвигателей – 2х22 кВт; габаритные размеры: длина – 6300мм, ширина – 4300 мм, высота – 2750 мм, масса ~ 16 т.

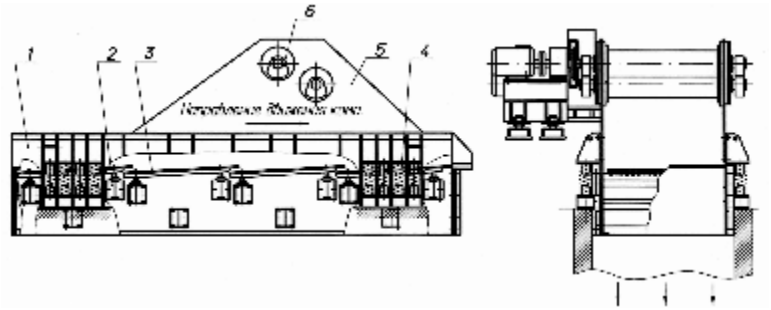

Рис.1. Выбивающая транспортирующая решетка

Продольные стенки корпуса жестко связаны с вертикальными щековинами *5*, в которых установлены два вибровозбудителя, вращающиеся от двух электродвигателей мощностью по 22 кВт каждый. Изготовление форм производилось в опоках с размерами в свету 2900х1700х500 мм.

Ком смеси с отливкой весом до 9,5 т (в т.ч. масса отливки ~ 1,5 т) после выдавливания из опок попадает на начальную часть полотна решетки. При движении вдоль полотна ком с отливкой постепенно освобождается от окружающей отливку формовочной смеси, а сама отливка перемещается к разгрузочному концу полотна. Время пребывания кома с отливкой на полотне составляло ~ 5 мин.

Узлы и нагруженные детали выбивной решетки при ее проектировании рассчитывались по известным методикам.

С первых дней эксплуатации выбивной решетки выявилось, что наибольшим нагрузкам подвергаются вертикальные щековины в местах закрепления вибровозбудителей. В этих зонах появились сквозные трещины, что указывало на превышение допустимых напряжений в металле.

Были проведены промышленные исследования по определению фактических напряжений, возникающих в подрешетных балках. Ударная нагрузка от падения кома с отливкой на полотно решетки отсутствовала, так как ком с отливкой медленно “сползал” с загрузочной “лопаты”, поэтому подрешетные балки были подвержены только статической и динамической нагрузкам.

При испытаниях использовались следующие средства измерительной техники: тензорезисторы типа КФ-5П-20-100, тензоусилители типа 8АНЧ-26, компьютер “Notebook” с интерфейсом.

На рис.2 показано изменение напряжений в подрешетной балке в первые секунды выбивки кома, а на рис.3 – изменение напряжений в этой же балке в процессе цикла выбивки (построено по усредненным данным).

В установившемся режиме работы выбивной решетки частота

динамических напряжений, зарегистрированных при испытаниях, находилась в пределах 38-52 Гц для балок и 34-38 Гц для щековин вибровозбудителей. По мере освобождения отливки от формовочной смеси указанная частота увеличивалась.

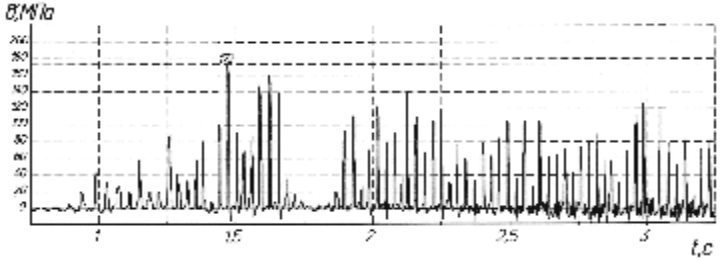

Рис.2. Замеры напряжений, возникающих в подрешетной балке в первые секунды процесса выбивки

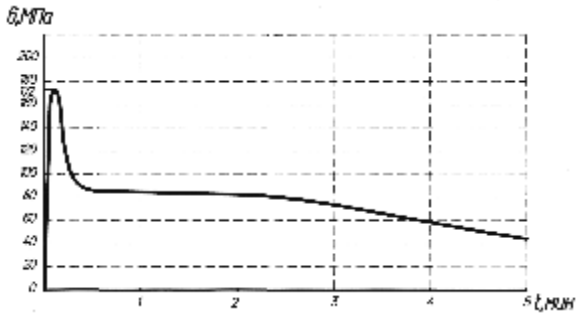

Рис.3. Изменение напряжений, возникающих в подрешетной балке в процессе цикла выбивки

Величина динамических напряжений во всех балках колебалась в значительных пределах. Наибольшее значение напряжения достигает на первой и второй балках (по ходу движения кома) – до 172 МПа, на средних балках до 150-157 МПа.

На последней балке даже в начальный момент, когда ком с формовочной смесью был на значительном удалении от этой зоны, напряжения достигали 106МПа. Нагрузка во все периоды носила пульсирующий характер.

Через некоторое время на семи из восьми подрешетных балках вначале появились небольшие поверхностные трещины в зоне стыковки вертикальных и горизонтальных полок, которые потом превратились в сквозные трещины.

Исследования металлургических машин, выполненные при различных режимах работы, показывают, что динамические нагрузки носят колебательный характер и достигают значительных величин. Именно такие

нагрузки определяют прочность и надежность конструкции [3].

Выводы. По результатам выполненных прочностных испытаний можно сделать следующие выводы.

1. Проведены прочностные испытания на подрешетных балках и щековинах вибровозбудителей работающей выбивающей транспортирующей решетки с использованием тензорезисторов КФ-5П-20-100 и тензоусилителей 8 АНЧ-26.

2. Испытания показали, что металлоконструкции подрешетных балок и вертикальных щековин вибровозбудителей имеют недостаточную усталостную прочность.

3. Напряжения достигают максимальных значений в начале процесса выбивки, затем в установившемся режиме они снижаются в 1,5-2раза.

4. Частота динамических напряжений по мере освобождения кома с отливкой от формовочной смеси возрастает на балках от 38 до 52Гц, а на щековинах вибровозбудителей – с 34 до 38Гц.

5. Необходимо усиление конструкции узлов выбивающей решетки и разработка более совершенных методов их расчета.

Список литературы. 1. *Горский А.И.* Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства. – М.: Машиностроение, 1978. – 552 с. **2.** *Чернышев В.М., Алексеенко А.В., Шаталов Л.Н.* Исследование напряжений и расчет элементов рамы инерционных выбивных решеток // Литейное производство. – С.12-13. **3.** *Целиков А.И. и др.* Машины и агрегаты металлургических заводов. Т.3. – М.: Металлургия, 1988. – 679 с.

Поступила в редколлегию 08.05.2006

УДК 656.71

Г.П. ГЛИНИН, ОАО “Головной специализированный конструкторско-технологический институт”, г. Мариуполь

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОТОПЛИВОЗАПРАВЩИКА АТЗ-22

Запропоновано технологію разрахунково-експериментального дослідження напружено-деформованого стану цистерни автотопливозаправника АТЗ-22. Наведено результати експериментальних досліджень, що можуть бути використані для обгрунтування розрахункових моделей цистерн топливозаправників.

Technology of calculating-experimental research of stressed-deformed state of ATZ-22 bowser cistern is offered. The results of experimental researches which can be used for grounds of calculating models of bowser cisterns are presented.

Состояние вопроса. Аэродромные автотопливозаправщики являются одним из важнейших компонент техники, обеспечивающей весь комплекс наземного обслуживания и обеспечения самолетов различных типов. Соответственно к ним предъявляются повышенные требования по безопасности,