

УДК 658.012.011.56

А.М. Крот¹, А.Н. Вырский², Е.Б. Минервина¹, В.А. Пигенко², П.П. Ткачева³

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ ОРГАНАХ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Рассматриваются основные проблемы, возникающие при исследовании аэродинамических процессов в транспортирующих органах кормоуборочных комбайнов. Применение современных компьютерных технологий позволяет создавать расчетные сетки. Производится компьютерное моделирование распределения поля скоростей в проточной части силосопровода с использованием программного комплекса STAR-CD.

Введение

В настоящее время в основе разработки высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции лежит использование перспективных компьютерных технологий, обеспечивающих информационную интеграцию и системную поддержку жизненного цикла продукции, так называемых CALS-технологий. Ядро CALS-технологий составляют CAD/CAE/CAM/PDM-технологии, в которых традиционный последовательный подход к разработке новых изделий заменен принципиально новым интегрированным подходом, получившим название «параллельное проектирование». В основе этой технологии лежит идея совмещенного во времени компьютерного проектирования изделия (CAD), выполнения многовариантных инженерных расчетов (CAE) и технологической подготовки производства (CAM), что позволяет использовать проектные данные начиная с самих ранних стадий проектирования и инженерного анализа одновременно различными группами специалистов (PDM).

Актуальность применения CAE-технологий в отечественной промышленности предопределена тем, что ведущие фирмы мира три последних десятилетия в своих приоритетных разработках эффективно используют наукоемкие CAE-технологии инженерного анализа. На Республиканском конструкторском унитарном предприятии «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике» активно внедряются современные компьютерные CAE-технологии: с 1995 г. для решения пространственных задач механики деформируемого тела и задач теплопередачи и теплообмена используется интегрированная система прочностного анализа (FEM-система) ИСПА; для решения задач кинематического и динамического моделирования сложных механических систем внедрена система ADAMS; для исследования нелинейных и быстропротекающих процессов в деформируемых средах со сложными реологическими свойствами, задач контактного динамического взаимодействия, а также задач механики конструкций, содержащих жидкость, используются системы MARC и LS-DYNA.

Одной из важнейших областей, где до недавнего времени не были задействованы CAE-технологии, является исследование газодинамических процессов в рабочих органах сельскохозяйственных машин, проектируемых в ГСКБ. Это исследование термодинамики и аэродинамики в подкапотном пространстве самоходных сельскохозяйственных машин, системы очистки в зерноуборочных комбайнах, а также процесса транспортировки технологической массы в кормоуборочных комбайнах.

Проведение аэродинамического анализа возможно с помощью систем вычислительной аэрогидродинамики (CFD-систем типа STAR-CD, CFX, Fluent). Внедрение CFD-систем в ГСКБ реализуется благодаря совместному с Объединенным институтом проблем информатики Национальной академии наук Беларуси (ОИПИ НАН Беларуси) договору № ЗСТ/05-220 по программе «Триада» Союзного государства. Кроме того, в ОИПИ НАН Беларуси существует хорошая вычислительная база, основанная на высокопроизводительных кластерных системах семейства «СКИФ».

На первом этапе совместного проекта объектами исследования являются транспортирующие органы высокопроизводительного кормоуборочного комбайна КВК-800. Настоящая статья посвящена рассмотрению подходов к созданию расчетных геометрических 3D-моделей

транспортирующих органов и проблем, связанных с построением по этим моделям объемных расчетных сеток для проведения исследований аэродинамических процессов.

1. Описание конструкции транспортирующих органов современных кормоуборочных комбайнов

Из всех видов транспортеров швырково-пневматические наиболее специфичны для кормоуборочных комбайнов. Транспортирующие органы современных кормоуборочных комбайнов обычно состоят из ускорителя выброса, который представляет собой быстровращающееся рабочее колесо, установленное в кожухе, и силосопровода в виде поворотной изогнутой трубы с расширением в начале и с открытой нижней частью в конце (рис. 1).

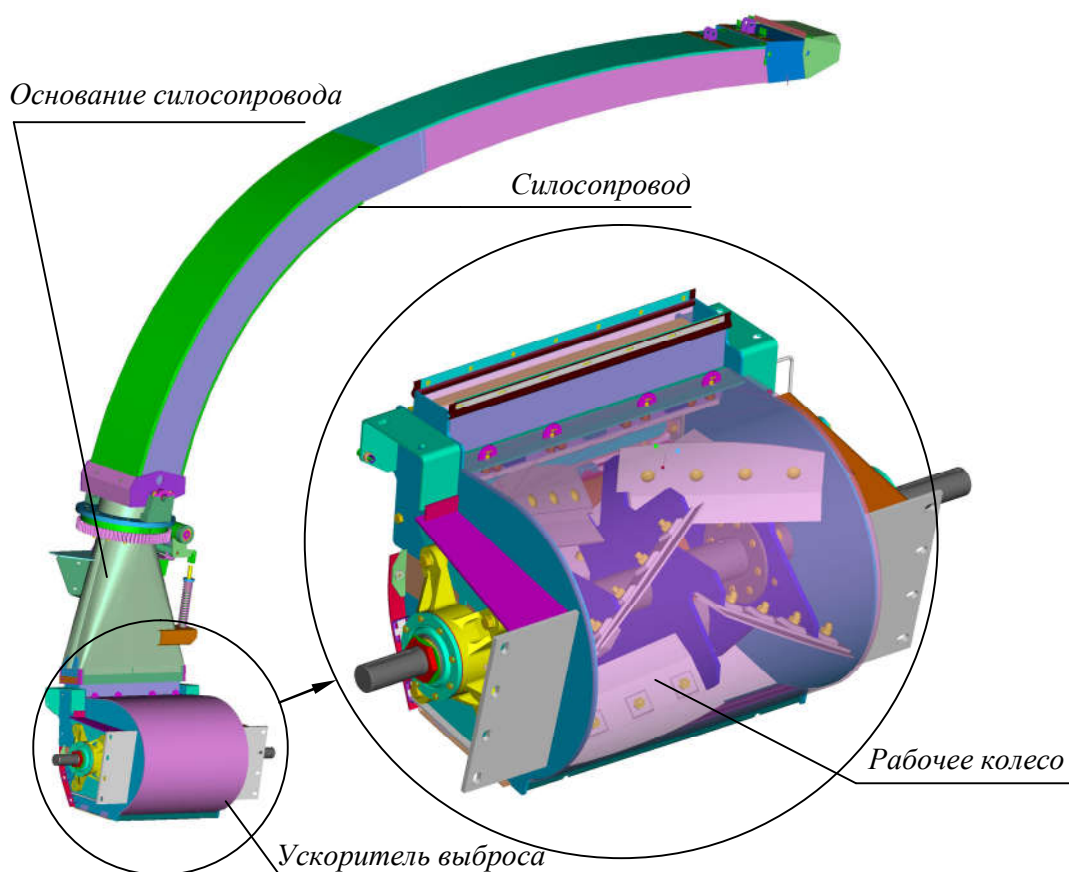


Рис. 1. Конструкция транспортирующих органов кормоуборочных комбайнов

Рабочее колесо ускорителя выброса выполнено в виде вала с лопастями, которыми измельченная масса выбрасывается в силосопровод, в результате чего нагнетается воздушный поток. Лопасти рабочего колеса наклонены под углом к оси ускорителя для того, чтобы масса собиралась к центру для уменьшения количества частиц, участвующих в трении с боковыми стенками. Кроме того, лопасти наклонены назад по отношению к их радиальному положению, что необходимо для увеличения скорости схода массы с лопаток рабочего колеса.

2. Цель исследования аэродинамических процессов в транспортирующих органах кормоуборочных комбайнов

Основные исследования в данной области были направлены на изучение кинематики движения инерционно движущихся частиц [1]. Взаимодействие же воздушного потока с частицами до сих пор не было подробно исследовано, хотя воздушный поток в процессе транспортировки

материала играет довольно важную роль. Отсутствие углубленных исследований в данной области связано в первую очередь со сложностью процесса транспортировки, вызванного большой изменчивостью среды и условий, в которых работают транспортирующие рабочие органы, неоднородностью транспортируемого материала, широким диапазоном значений его физико-механических параметров, что исключает определение аналитических закономерностей. Однако в последнее время внедрение высокопроизводительной компьютерной техники и новых численных методов дает возможность для глубокого исследования взаимодействия перемещаемого материала с воздушным потоком в транспортирующих органах кормоуборочных комбайнов.

Основной целью исследования двухфазного потока «воздух – технологическая масса» в транспортирующих органах кормоуборочных комбайнов является выбор конструктивных параметров силосопровода и ускорителя выброса таким образом, чтобы производительность была максимальной при минимальных энергетических затратах на транспортировку и минимальном разбросе выходящей массы. Кроме этого, большой интерес представляют направление потока воздуха на выходе из силосопровода и возможность управлять этим потоком с целью снижения потерь массы из-за ее выдувания из емкости.

3. Требования, предъявляемые к расчетным геометрическим 3D-моделям для задач вычислительной газодинамики

При создании конструкторских 3D-моделей (CAD-моделей) в системе автоматизированного проектирования в первую очередь преследуется цель наиболее точно отразить реальную геометрию проектируемых узлов и деталей для проверки их собираемости и подготовки документации, однако немаловажным является создание CAD-модели с учетом ее пригодности для систем инженерных расчетов. Зачастую CAD-модель отличается от расчетной геометрической 3D-модели для CAE-системы. Например, при создании конечно-элементной сетки (КЭС) для проведения прочностного анализа рамных конструкций желательна упрощенная оболочечная геометрическая 3D-модель в срединных поверхностях [2]. Поэтому при выполнении расчетов с помощью CAE-систем много времени отводится на трансляцию CAD-модели в КЭС через создание расчетной геометрической 3D-модели. Для проведения газодинамического анализа необходимо создавать новую геометрическую 3D-модель, отвечающую проточной части рабочих органов, так как в CAD-модели проточной части вообще не существует. При этом расчетная геометрическая 3D-модель должна быть сшитой, желательна отсутствие острых углов, соединений между частями по ребру или вершине, самопересекающихся поверхностных линий [3]. Так же, как и для прочностного анализа, геометрическую 3D-модель желательна иметь в упрощенном виде.

4. Подходы к созданию расчетных геометрических 3D-моделей проточных частей для CFD-анализа

При создании расчетных геометрических 3D-моделей проточных частей с использованием ранее созданных CAD-моделей возможны три принципиально отличающихся подхода.

1. Создание расчетной 3D-модели по внутренним поверхностям CAD-модели или с использованием геометрии, с помощью которой вырезалась внутренняя полость при создании конструкторской модели. Этот наиболее очевидный и простой подход позволяет оперативно разработать расчетную 3D-модель, сохраняя при этом ассоциативную параметрическую связь с исходной CAD-моделью, что позволяет создавать в короткие сроки новые модели на основе ранее разработанной конструкции, используя инструмент параметризации CAD-системы. Данный метод оптимален в случае проектирования литых деталей рабочего органа, например корпуса турбокомпрессора [4]. В случае же сварной конструкции, состоящей из набора листовых деталей, этот метод неприемлем. Сложность использования данного метода для сварной конструкции обусловлена тем, что расчетная геометрическая 3D-модель, созданная по внутренним поверхностям CAD-модели, не будет удовлетворять требованиям, предъявляемым к моделям программами CFD-анализа (рис. 2). В некоторых случаях вообще невозможно создать расчетную 3D-модель. Например, сварные швы в CAD-модели обычно не моделируются, поэтому в созданной по ней расчетной 3D-модели будут присутствовать зазоры.

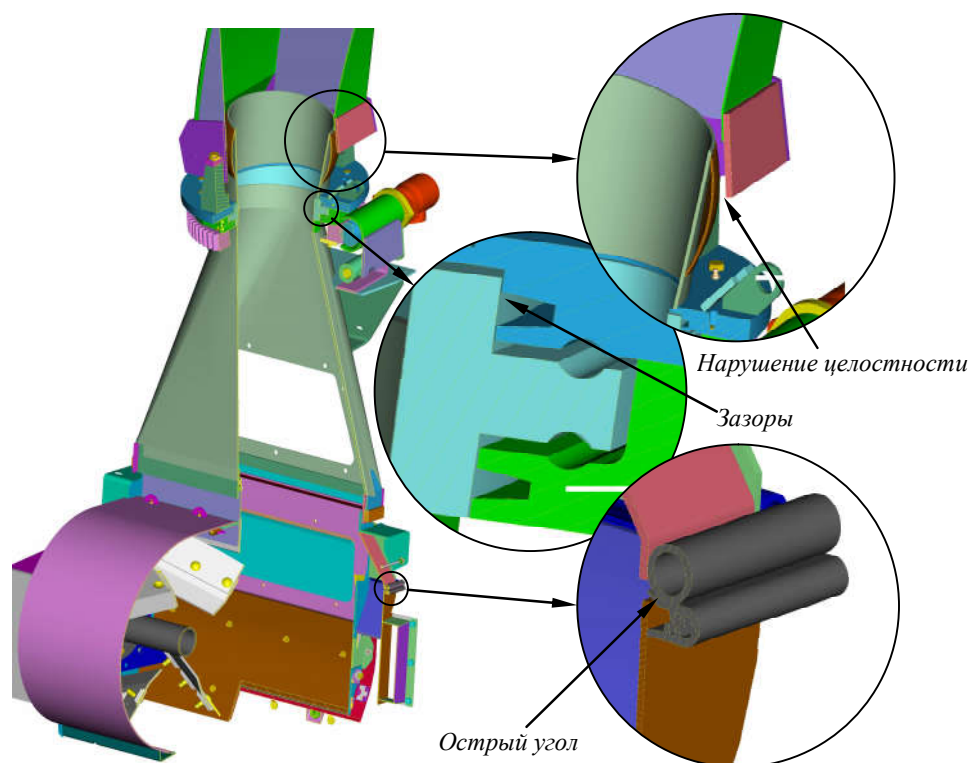


Рис. 2. Проблемные зоны модели транспортирующих органов при создании расчетной модели по конструкторской геометрии прямым методом

2. Создание модели с использованием топологии CAD-модели без ассоциативной связи с ней. Такой подход позволяет построить упрощенную расчетную 3D-модель, отвечающую требованиям CFD-анализа. Однако полученная модель не будет отслеживать изменения CAD-модели. Поэтому этот метод приемлем в случае отсутствия множества типоразмеров проектируемого изделия.

3. Создание упрощенной расчетной модели с использованием для привязки лишь характерных точек конструкторской модели (рис. 3). Этот способ применяется для построения ассоциативной связи с конструкторской моделью.

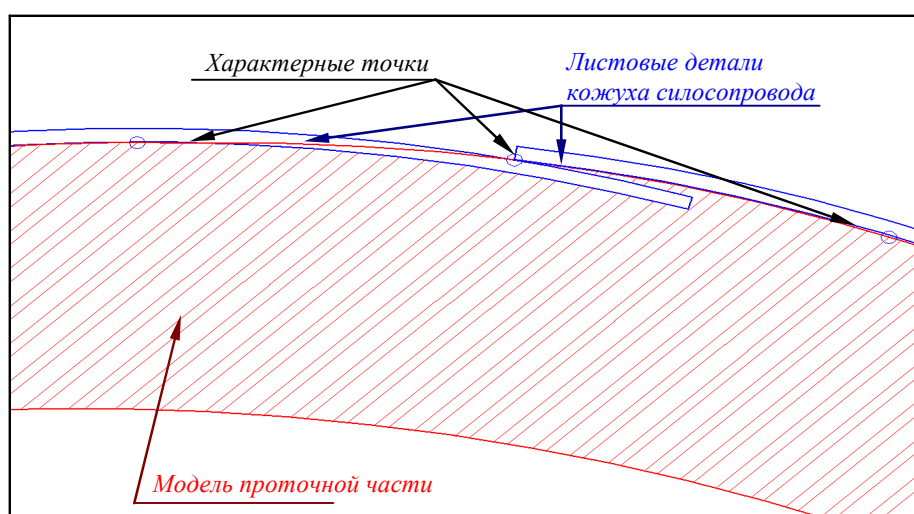


Рис. 3. Создание упрощенной расчетной модели силосопровода с ускорителем выброса для CFD-анализа с использованием привязки к характерным точкам

4. Создание расчетной геометрической 3D-модели с использованием скелетной сборки. При этом вначале строится скелетная структура (скелет сборки), а затем постепенно создаются детали и подузлы сборки. При изменении скелета сборки происходит автоматическое изменение деталей и их размещение в общей сборке. При построении расчетной геометрической 3D-модели ее необходимо привязывать к скелету сборки. Этот метод является наиболее эффективным для больших сборок.

Анализ различных методов создания расчетных геометрических 3D-моделей для CFD-анализа по CAD-моделям показывает, что наиболее эффективным методом для расчетных 3D-моделей проточных частей транспортирующих органов кормоуборочных комбайнов является метод создания моделей по скелету сборки, так как данные сборочные единицы имеют большое количество входящих в них деталей. Так, например, сборка силосопровода с ускорителем выброса кормоуборочного комбайна КВК-800 состоит более чем из двухсот деталей.

В том случае, когда при разработке машины не используется нисходящий метод проектирования, наиболее целесообразным будет применение метода создания упрощенной расчетной 3D-модели с применением для привязки характерных точек CAD-модели. Данный метод был успешно использован для построения расчетной геометрической 3D-модели проточных частей силосопровода и ускорителя выброса кормоуборочного комбайна КВК-800 (рис. 4).

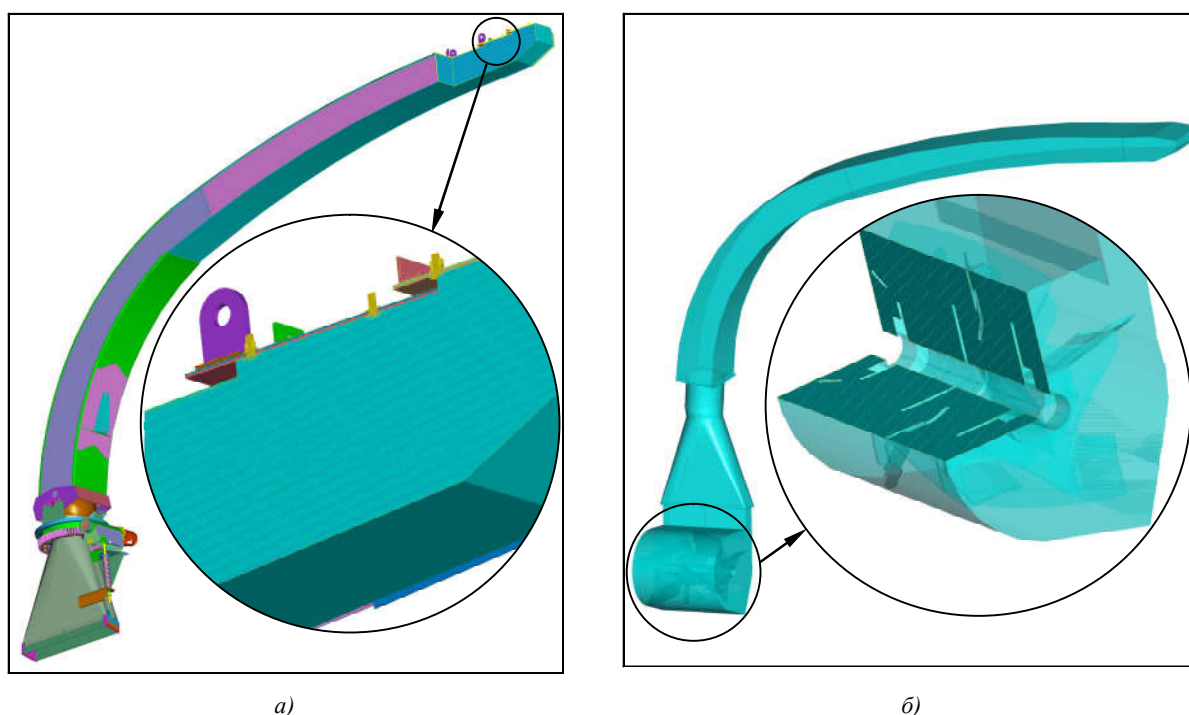


Рис. 4. Создание модели силосопровода с ускорителем выброса для CFD-анализа:
а) CAD-модель совместно с расчетной 3D-моделью; б) расчетная геометрическая 3D-модель

5. Построение объемной расчетной сетки проточной части корпуса силосопровода совместно с основанием в программном комплексе STAR-CD

Для передачи расчетной геометрической 3D-модели в CFD-пакет STAR-CD из Pro/E можно использовать различные геометрические форматы, поддерживаемые STAR-CD и Pro/E (например, *iges*, *stl* и т. д.). Однако геометрические 3D-модели, импортированные в формате *iges* и *stl*, часто имеют различного рода несоответствия, поэтому передача данных в геометрических форматах *iges* и *stl* не всегда является идеальной отправной точкой для создания расчетных сеток в STAR-CD. Как показали проведенные ранее исследования [3], хороших результатов при передаче данных можно добиться путем создания поверхностной КЭС средствами

Pro/E, а затем передать ее в STAR-CD в формате patran для создания объемных расчетных сеток.

Поверхностная КЭС силосопровода, импортированная в формате patran в пакет STAR-CD, представлена на рис. 5, а. В данной КЭС в результате проверки было обнаружено 2056 бракованных поверхностных ячеек: 548 с открытыми гранями, 1508 с невыявленной топологией. При визуальном рассмотрении конструкции были также выявлены «глухие» (заблокированные) области в проточной части силосопровода, некоторые из них представлены на рис. 5, б, в. Все это не позволило приступить сразу к моделированию объемной расчетной сетки. Поэтому было принято решение после исправления всех недочетов средствами сеточного генератора Pro*am пакета STAR-CD перейти к построению новой поверхностной расчетной сетки [3].

Новая поверхностная расчетная сетка создается автоматически посредством Pro*am с использованием заданной длины ячейки (ее величина зависит от величины самой модели, задач моделирования, особенностей конструкции и т. д.). Генератор Pro*am создает новое поверхностное представление, основанное на заданной длине ячейки 15, краевых данных и определенных углах (создание новой поверхностной сетки позволит в дальнейшем получить более качественную объемную расчетную сетку). Первоначальные определения типа ячейки сохраняются в процессе генерации новой сетки, а затем производится поверхностное сглаживание.

В целом новая поверхностная расчетная сетка (рис. 5, з) подобна первоначальной за исключением того, что теперь она не имеет бракованных ячеек и заблокированных областей (рис. 5, д), а также имеет ячейки входа и выхода (ячейки голубого цвета на рис. 5, з). Сетка проверена контролирующими средствами Pro*am на соответствие всем требованиям STAR-CD.

Подповерхностная расчетная сетка необходима лишь для тех частей 3D-геометрии, которые образуют «стены», поскольку только этот тип поверхности требует подповерхностных слоев. Поэтому части поверхностной сетки, состоящие из ячеек входа и выхода, не должны быть задействованы в создании подповерхностного слоя. Подповерхностная расчетная сетка создается путем повторения операции сокращения (сжатия) новой поверхности во всех направлениях, кроме участков поверхностей, состоящих из ячеек входа и выхода. Подповерхность выглядит почти идентичной поверхности, за исключением того, что первая слегка уменьшена в размере. Подповерхность также подвергается тщательной проверке.

Этапы создания внутренней объемной сетки силосопровода подобны этапам создания расчетной сетки для других моделей [3, 5], поэтому в настоящей статье подробнее остановимся только на особенностях данной модели. Модель силосопровода имеет большие геометрические размеры, в связи с чем еще на стадии построения поверхностной расчетной сетки была подобрана довольно крупная величина ячейки – 15. Этот же размер ячейки был установлен на заключительной стадии процесса генерации. Заметим, что длина ячейки определяется размером основной структурированной петли синтезированной расчетной сетки. В результате была получена качественная внутренняя объемная сетка, состоящая из ячеек типа CDX HEXA (рис. 5, ж). В качестве альтернативного варианта (для экономии компьютерного машинного времени) возможно построение сетки гибридного типа, представленной на рис. 5, з, и (особенности ее построения подробно рассмотрены в статье [3]).

На заключительной стадии будет произведена генерация пристеночной объемной сетки. Ее построение особенно важно для рассматриваемой модели в связи с особенностями пристеночных процессов, связанных с налипанием влажной силосной массы на стенки силосопровода. Генерация пристеночной объемной сетки включает создание поверхности для вытеснения слоев (Create Surface to Extrude) и генерацию слоев вытеснения (Extrusion Layers). Зададим количество слоев, равное 1, а отношение заполнения – 0,6 (данная величина определяется исходя из задач моделирования, особенностей конструкции и т. д.).

Все ячейки слоя вытеснения будут типа CDX HEXA или CDX PRISM либо иметь урезанную форму: типа CDX TRIM 2 или CDX TRIM 8 в зависимости от числа сторон на вытесненной поверхности. Собранная модель включает в себя объединенную объемную внутреннюю сетку с пристеночным слоем (рис. 5, е, ж).

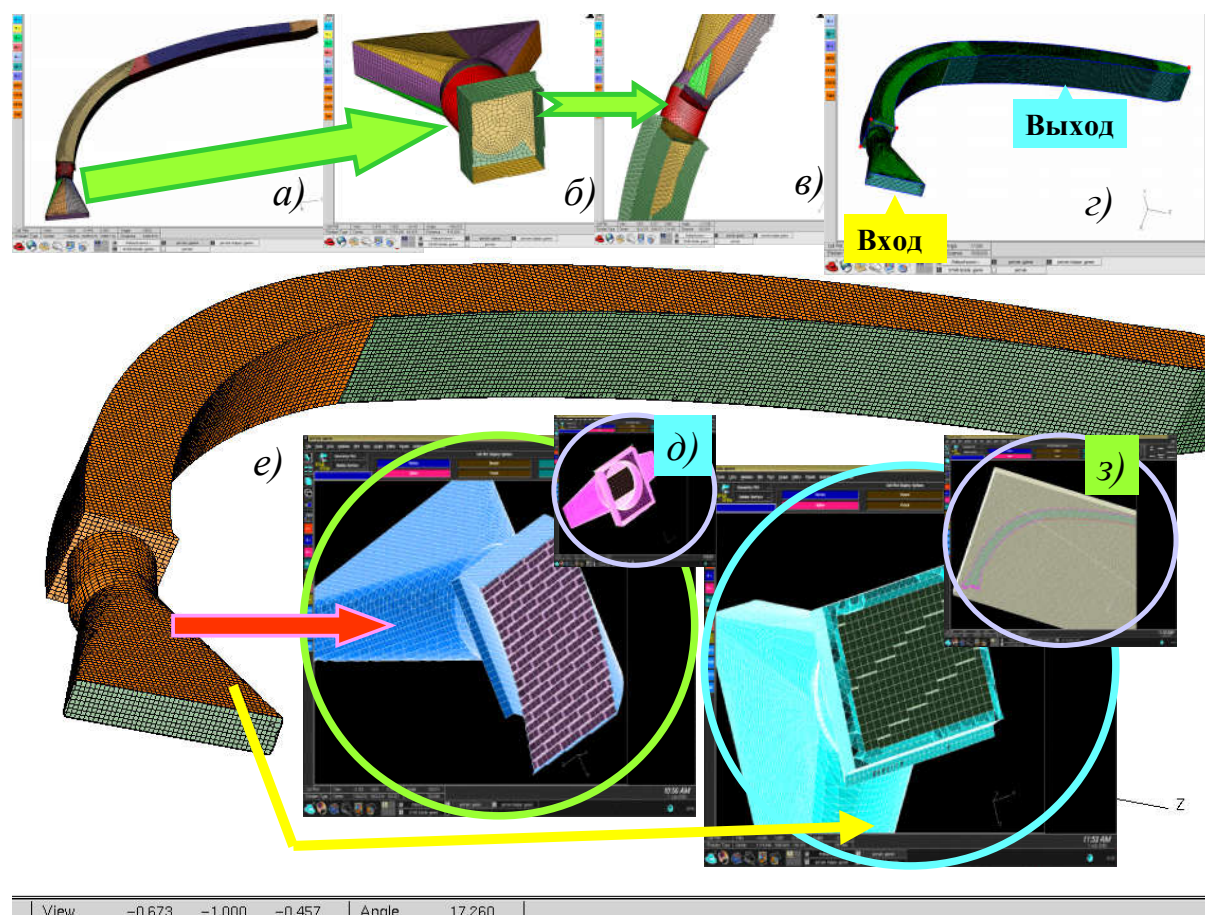


Рис. 5. Построение расчетной сетки силосопровода в декартовой системе координат

6. Компьютерное моделирование распределения поля скоростей в проточной части силосопровода с использованием сеточной структуры, синтезированной посредством Pro*am STAR-CD

Компьютерное моделирование распределения поля скоростей в проточной части силосопровода невозможно без проведения нескольких подготовительных этапов. Прежде всего необходимо проверить работоспособность объемных сеток, построенных для исследуемого изделия с помощью Pro*am STAR-CD. Проверка работоспособности объемных сеток производится путем расчета характеристик аэродинамических процессов в проточной части силосопровода.

6.1. Процесс определения расположения границ на исследуемой модели

Для проверки работоспособности объемных сеток, построенных для исследуемого изделия с помощью Pro*am STAR-CD, необходимо определить расположение границ на представленной модели. Важными геометрическими особенностями границ является то, что они, во-первых, создаются на наружных поверхностях объемной сетки, а во-вторых, группируются внутри областей поверхности, ограниченных замкнутыми контурами (область границы состоит из группы поверхностей ячеек, которые покрывают ожидаемую поверхность границы). Процесс определения расположения границ включает в себя [6]:

- идентификацию граничных областей и процесс создания границ на модели, которая представлена объемной сеткой, полученной с помощью Pro*am STAR-CD;
- определение индивидуального типа границ;
- присваивание необходимых начальных условий на выбранных границах.

На начальном этапе определения границ необходимо пронумеровать граничные области на исследуемой модели с целью их идентификации [5–7]. При создании границ необходимо определить номер области, которой они будут соответствовать. В случае проточной части си-

лосопровода под номером 1 определен вход (Inlet), под номером 2 – выход (Outlet). Далее необходимо отнести поверхности отдельных ячеек объемной сетки к выбранным граничным областям входа и выхода соответственно.

Следующим шагом после определения расположения всех границ на модели является определение индивидуального типа границ и присвоение подходящей информации для этого типа. Определение индивидуального типа границ производится для конкретно исследуемой модели исходя из постановки задачи с учетом данных натурных экспериментов, особенностей изучаемых процессов и т. п. [8].

На последнем этапе для корректного выполнения численного моделирования необходимо определить граничные условия на созданных на модели границах. Наиболее просто задавать требуемое значение в данной граничной области с помощью системы Star Guide. Для этого необходимо обратиться к папке «Определить граничные условия» («Define Boundary Conditions») и вызвать на экран панель «Определить граничные области» («Define Boundary Regions»), чтобы иметь возможность ввести требуемые численные значения на входной и выходной границах модели.

Объемная расчетная сетка проточной части корпуса силосопровода, сгенерированная посредством Pro*am STAR-CD, представлена на рис. 5. На рис. 6 на объемной сетке, соответствующей проточной части силосопровода, обозначены граничные области входа (красный цвет) и выхода (синий цвет).

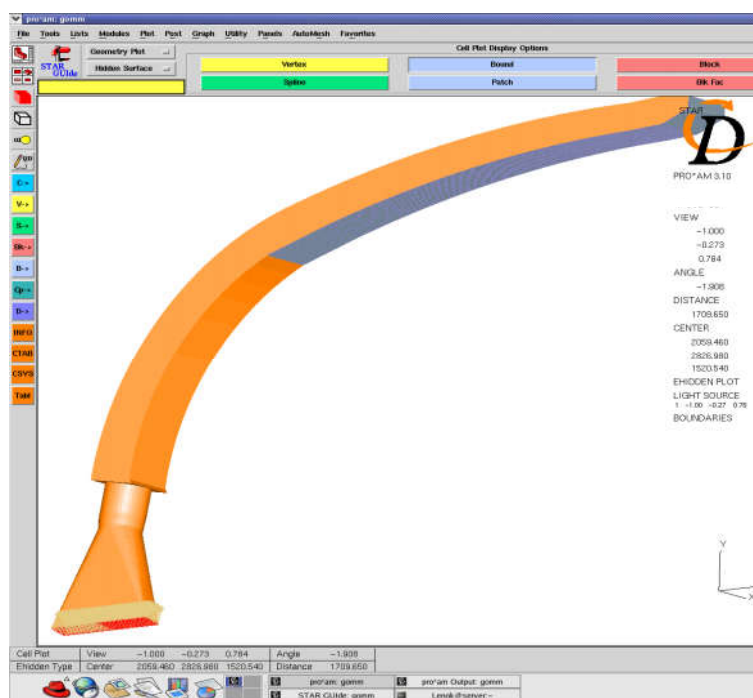


Рис. 6. Объемная расчетная сетка проточной части силосопровода с заданными граничными областями

6.2. Проверка модели

Следующий этап подготовки модели к проведению численного аэродинамического моделирования состоит во всесторонней проверке исследуемой модели на совместимость и отсутствие ошибок. Этот этап необходим, чтобы убедиться в принципиальной возможности выполнения компьютерного моделирования. Он включает в себя окончательную проверку на наличие любых ошибок (в частности, недопустимо присутствие перекрывающихся ячеек или ячеек с объемом, меньшим, чем необходимое значение). Кроме того, отдельные области на модели не должны быть несвязанными друг с другом или недостаточно закрытыми для использования и т. д.

Верификация модели включает в себя проверку установки модели. После выполнения общей проверки не должно появиться окон с сообщениями об ошибках. Отсутствие их означа-

ет, что окончательная проверка успешно завершена и, таким образом, модель готова для выполнения расчетов.

6.3. Расчет динамических характеристик воздушного потока в проточной части силосопровода кормоуборочного комбайна

Для корректного проведения вычислительного эксперимента по расчету динамических характеристик воздушных течений в проточной части силосопровода кормоуборочного комбайна на основе пакета STAR-CD необходимо, с одной стороны, правильно понять логику построения подпакета Pro*Star, а с другой стороны, в полной мере воспользоваться данными натурных испытаний. В качестве исходных данных для проведения численного моделирования в проточной части силосопровода была принята скорость, которая задавалась на границе входа. В частности, в описываемом эксперименте было принято значение входной скорости $v_{in} = 40$ м/с. Желтыми стрелками на рис. 6 указаны направление и величина скорости на входной границе.

Результатом численного моделирования после работы решателя STAR является .pst-файл. Он загружается в постпроцессор для последующего анализа. После завершения моделирования динамических характеристик можно увидеть трехмерную картину результатов счета [5–8].

На рис. 7, а, б показана картина распределения поля скоростей в проточной части силосопровода кормоуборочного комбайна после проведения численного моделирования в виде объемного изображения. Скорость на входной границе исследуемой модели равна 40,03 м/с (салатовый цвет), что полностью совпадает с заданным начальным значением (рис. 7, а)

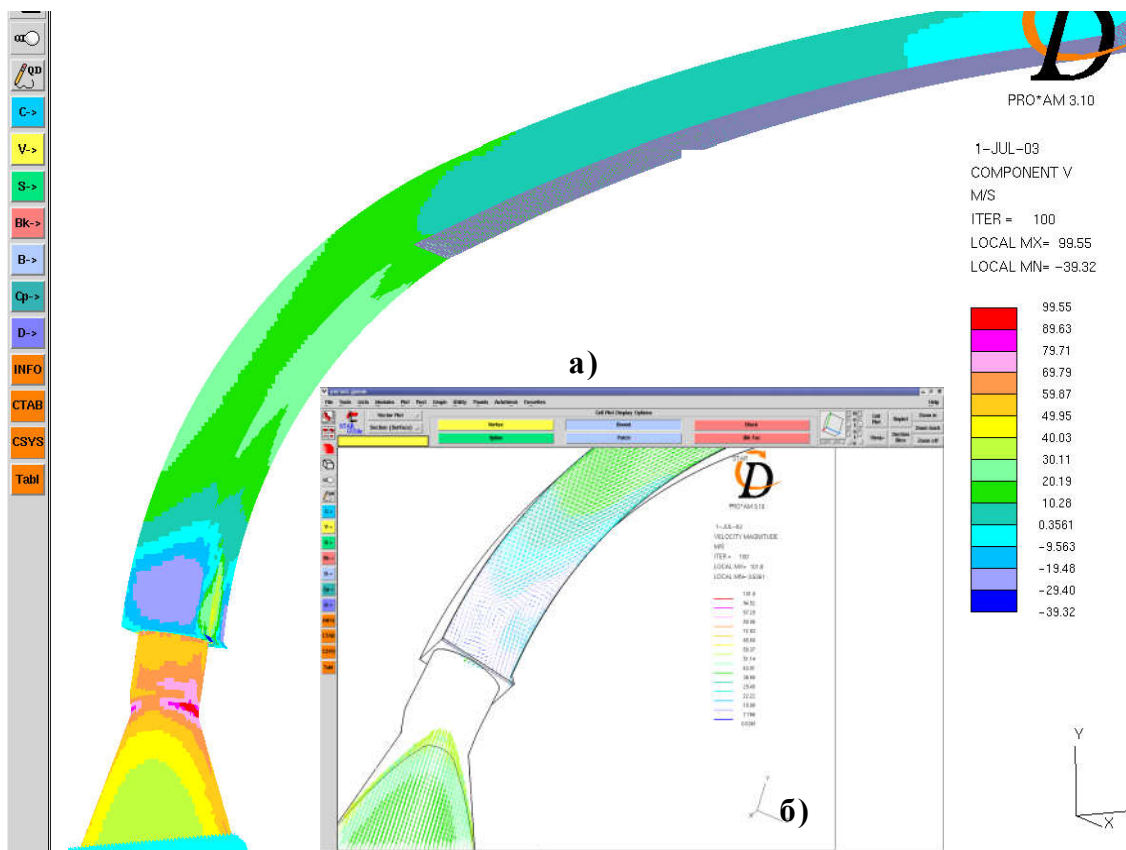
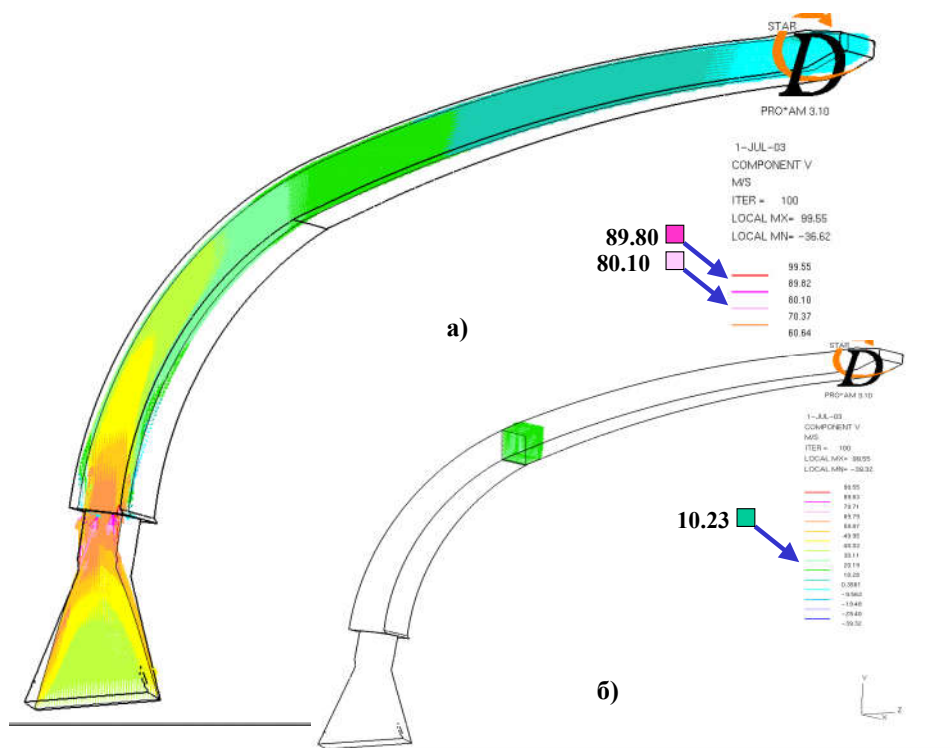


Рис. 7. Распределение поля скоростей в проточной части силосопровода после проведения численного моделирования на основе STAR-CD: а) в скалярном виде; б) в векторном виде

Для более тщательного исследования проходящих в проточной части силосопровода процессов были рассмотрены сечения двухмерными плоскостями трехмерного изображения, представляющего собой распределение поля скоростей. На рис. 7, б четко видна область, в которой воздушный поток образует вихреобразное течение, при этом скорость в этой части изделия колеблется от 7,7 до 15 м/с (фиолетовый и голубой цвета). Рис. 8, а позволяет выявить об-

ласти наибольшего повышения скорости в проточной части силосопровода кормоуборочного комбайна до 89,8 и 80,1 м/с (малиновый и розовый цвета соответственно). На рис. 8, б показана область, окрашенная зеленым цветом, в которой начинается снижение скорости течения воздушного потока. Эта область соответствует началу выходной границы. Анализ численных значений показывает, что скорость здесь уменьшается в четыре раза по сравнению с заданной на границе входа и равняется 10,28 м/с. Кроме того, видна область (на выходе из силосопровода), в которой проекция скорости принимает отрицательное значение (голубой цвет), что свидетельствует об изменении направления скорости в этой части исследуемого изделия.

Таким образом, использование возможностей программного комплекса STAR-CD при моделировании аэродинамических потоков в проточной части заданной модели позволяет получить реальное представление о физических процессах, происходящих внутри исследуемой области.



Авторы благодарят профессора С.М. Абрамова за предоставленную возможность работать в системе STAR-CD Института программных систем Российской академии наук.

Список литературы

1. Резник, Н.Е. Кормоуборочные комбайны / Н.Е. Резник. – М.: Машиностроение, 1980.– 570 с.
2. Вырский, А.Н. Повышение надежности несущих конструкций и узлов сельскохозяйственных машин путем применения методов конечно-элементного анализа / А.Н. Вырский, В.А. Пигенко // Мат. I Междунар. нуч.-техн. конф. «Динамика, прочность и надежность сельскохозяйственных машин». – Тернополь, 2004. – С. 118–124.
3. Ткачева, П.П. Компьютерная технология синтеза расчетных сеток в программном комплексе STAR-CD для моделирования аэродинамических потоков в рабочей камере турбокомпрессора / П.П. Ткачева // Информатика. – 2005. – № 2 (6). – С. 5–14.
4. Васильев, Д.Л. Методы создания 3D-моделей корпусных деталей в системе Pro/Engineer / Д.Л. Васильев // Информатика. – 2005. – № 7. – С. 107–115.
5. Исследование плоских ударных волн в турбокомпрессоре на основе аэродинамического компьютерного моделирования в программном пакете STAR-CD / В.А. Балдин [и др.] // Информатика. – 2005. – № 4(8). – С. 5–12.
6. Минервина, Е.Б. Компьютерное моделирование аэродинамических потоков в рабочей камере турбокомпрессора с использованием программного комплекса STAR-CD / Е.Б. Минервина // Информатика. – 2005. – № 2(6). – С. 15–24
7. Численное моделирование на основе программного пакета STAR-CD аэродинамических потоков с целью выявления ударных волн в турбокомпрессоре / А.М. Крот [и др.] // II Междунар. науч.-техн. конф. «Авиадвигатели XXI века», Москва, ЦИАМ, 6–9 декабря 2005 г. – Т. 1. – М., 2005. – С. 339–340.
8. Baldin, V.A. The development of model for boundary layers past a concave wall with usage of nonlinear dynamics methods / V.A. Baldin, A.M. Krot and H.B. Minervina // Advances in Space Research. – Vol. 37. – № 3. – 2006. – P. 501–506.

Поступила 04.05.06

¹Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,
Минск, Сурганова, 6
e-mail: alxkrot@newman.bas-net.by

²Республиканское конструкторское унитарное предприятие
«ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике»,
Гомель, ул. Ефремова, 61
e-mail: kiodran@mail.ru

³Белорусский государственный университет,
Минск, пр. Независимости, 4

А.М. Krot, А.Н. Vyrskiy, Н.В. Minervina, V.A. Pigenko, P.P. Tkachova

AERODYNAMIC PROCESSES TRANSPORTING ELEMENT OF ENSILAGE HARVESTER MODELING PROBLEMS

The basic problems arising from the investigation of the aerodynamic processes in the transporting devices of the fodder-harvesting combines are considered. The use of modern computer technologies allows to create computational grids. The computer modeling of velocity field distribution in the flowing part of the silage wire is realized on the basis of program complex of STAR-CD.