

УДК 532.54

Студ. И.С. Ложкин
Рук. С.Н. Исаков
УГЛТУ, Екатеринбург

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИХРЕВОГО ОЧИСТИТЕЛЯ С ТРЕХТОЧЕЧНЫМ ПОДВОДОМ БУМАЖНОЙ МАССЫ

С целлюлозно-бумажной промышленностью не много отраслей могут посоперничать в количестве гидравлического оборудования, например такие, как нефтяная, легкая, пищевая и несколько других. К примеру, для производства одной тонны газетной бумаги требуется около 300 м³ воды. Учитывая, что суспензия проходит множество стадий: варка, размол, разбавление, сортирование и др., в состав композиции бумажной массы может входить до 12 компонентов, которые подмешиваются на различных стадиях и в определенной дозировке.

Целлюлозно-бумажная промышленность находится в постоянном развитии, модернизируется не только механическая часть, но и технологическая. Особое внимание гидравлическому оборудованию уделяется потому, что от него зависит работоспособность всей производственной цепочки, а также напрямую качество продукции. Модернизация сразу всей линии из-за больших единовременных финансовых вложений – это редкость. Чаще всего модернизируются отдельные стадии, отделы, участки. В процессе подготовки бумажной массы суспензия проходит несколько стадий очистки и сортирования. От качества очистки зависят не только физико-механооптические свойства бумаги, но и стабильность работы бумагоделательного оборудования. Очистка осуществляется в вихревых очистителях, которые могут иметь три схемы работы: прямую, обратную и смешанную [1]. Размер вихревого очистителя определяется видом удаляемых частиц: чем крупнее удаляемая фракция, тем больше диаметр очистителя. Самые большие, более 500 мм, удаляют крупные загрязнения (камни, куски щепы). Очистители диаметром 130-60 мм позволяют отсортировать мелкие загрязнения (соринки, песок, костру, пучки волокон). Эффективность сортирования зависит еще от высоты очистителя и её можно регулировать перепадом давления и производительностью. При работе очистителей стараются свести к минимуму потерю пригодного волокна.

Для улучшения характеристик вихревых очистителей и для уменьшения количества стадий используют различные компоновки батарей (Enso Twincleaner, Clean рас, Triras и др.), а также конструкции корпусов самих очистителей (Cleanрас 700, Cleanрас 270 и др.) [1].

Очистка бумажной массы осуществляется в центробежном поле вращающейся жидкости, включения с большей плотностью отбрасываются на больший радиус, а с меньшей вытесняются в центральную часть. Но тео-

рия эта известна, определены зависимости скоростей: тангенциальных, вертикальных и радиальных. Вычислены силы: центробежная, подъемная, сопротивления. Таким образом, теория очистки изучена довольно хорошо [2].

При вибрационном исследовании оборудования массоподводящей системы на ряде предприятий была выявлена повышенная вибрация корпусов и опорных конструкций вихревых очистителей. Предположили, что причины колебаний – гидродинамические процессы в вихревом очистителе и неуравновешенность (гидродинамическая). Было смоделировано движение жидкости в вихревом очистителе с помощью программ инженерных расчетов, основанных на конечно-элементных методах. Результаты расчетов представлены на рис. 1 и 2.

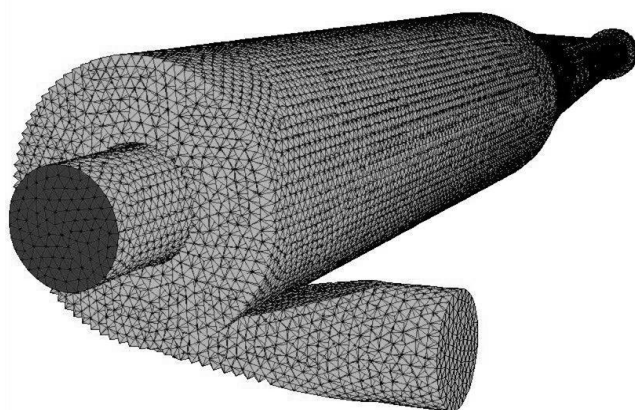


Рис. 1. Конечно-элементная сетка

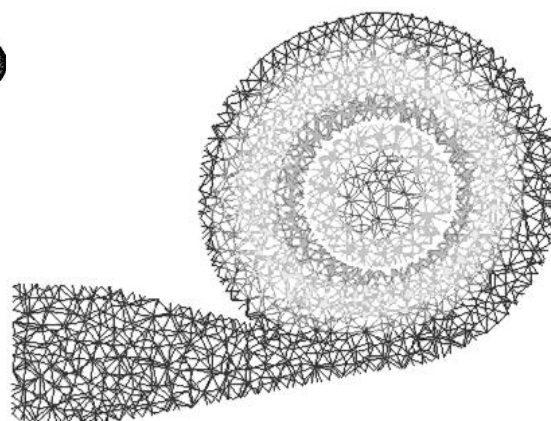


Рис. 2. Распределение полного давления (поперечный разрез)

Расчет подтвердил неравномерное (несимметричное) распределение скоростей и давлений в поперечном сечении на уровне входного патрубка и в центральной части, что свидетельствует о гидравлической неуравновешенности. На практике это будет сопровождаться шумом, вибрацией, а также неравномерным износом внутренней поверхности.

Для решения этой технической задачи было оформлено изобретение (пат. 106903), в котором увеличено количество входных патрубков (до трех) и внутри корпуса установлены направляющие лопасти. Эскиз вихревого очистителя представлен на рис. 3, на котором обозначены: 1 – корпус вихревого очистителя; 2 – входные патрубки; 3 – направляющие лопасти; 4 – патрубок для выхода очищенной суспензии; 5 – камера отходов.

Подобная конструкция должна уменьшить гидравлическую неуравновешенность и соответственно динамические нагрузки на корпус. Для подтверждения необходимо произвести гидродинамический расчет вихревого очистителя и сконструировать батарею вихревых очистителей.

Гидродинамический расчет

Создание объемной твердотельной модели жидкости производилось в программе Компас.

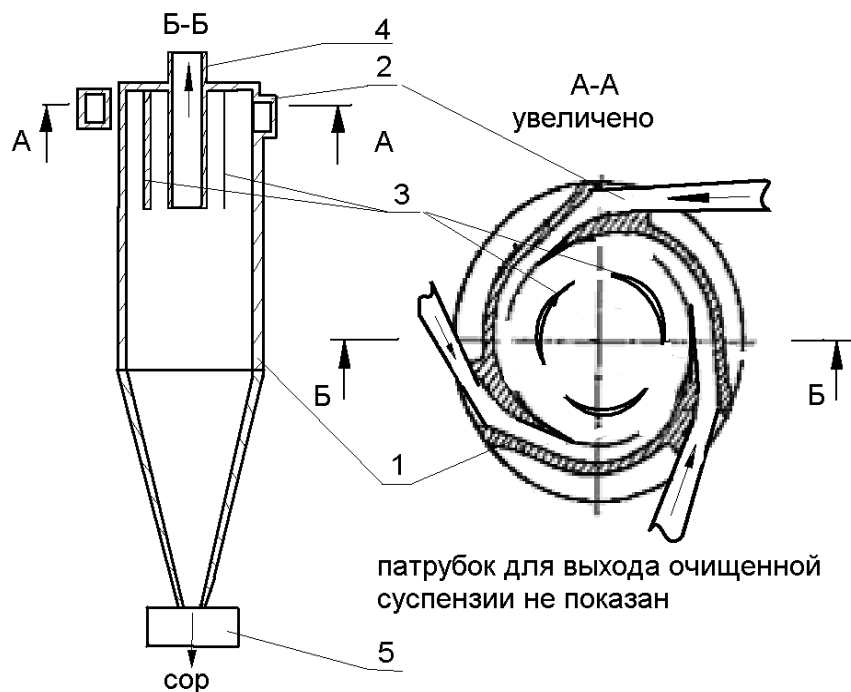


Рис. 3. Модель вихревого очистителя с трехсторонним подводом бумажной массы

В результате расчета получены трехмерные картины течения жидкости в вихревом очистителе модернизированной конструкции (рис. 4).

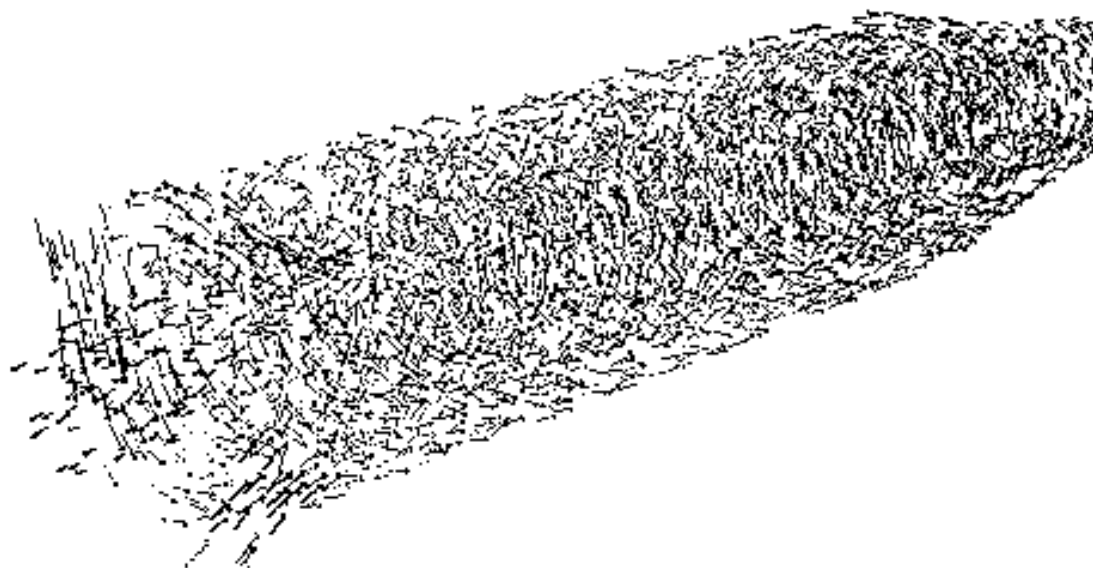


Рис. 4. Трехмерная картина распределения скоростей жидкости в вихревом очистителе

Детальный анализ распределения полного давления (рис. 5, а), показал более равномерный характер распределения давления в верхней части вихревого очистителя, а также «выравнивание потока» в срединной части корпуса (рис. 5, б). Благодаря изменению количества входных патрубков гидравлическая неуравновешенность существенно уменьшилась.

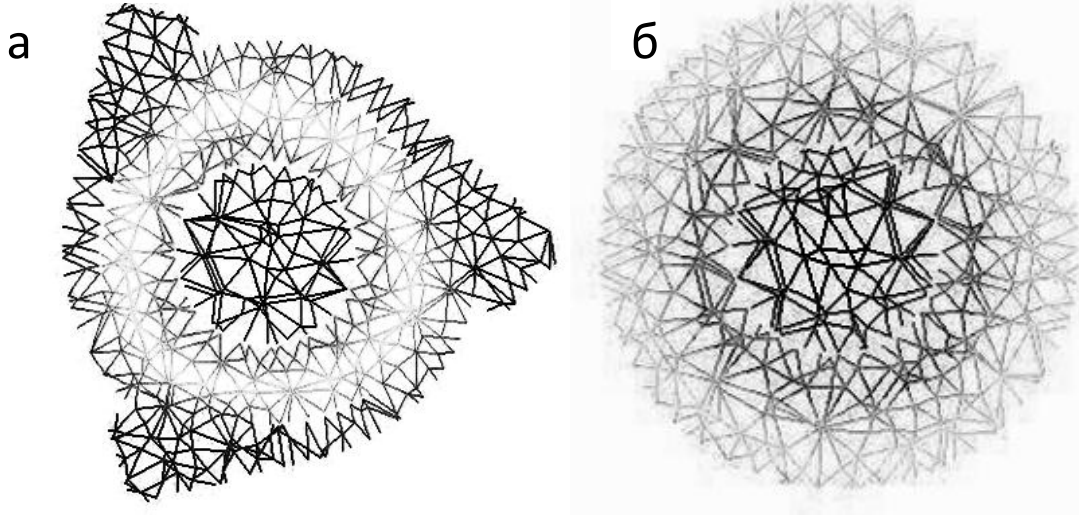


Рис. 5. Распределение полного давления в верхней и средней частях вихревого очистителя

Также работа включала создание конструкторской документации блока вихревых очистителей. На рис. 6 представлен сборочный чертеж батареи вихревых очистителей.

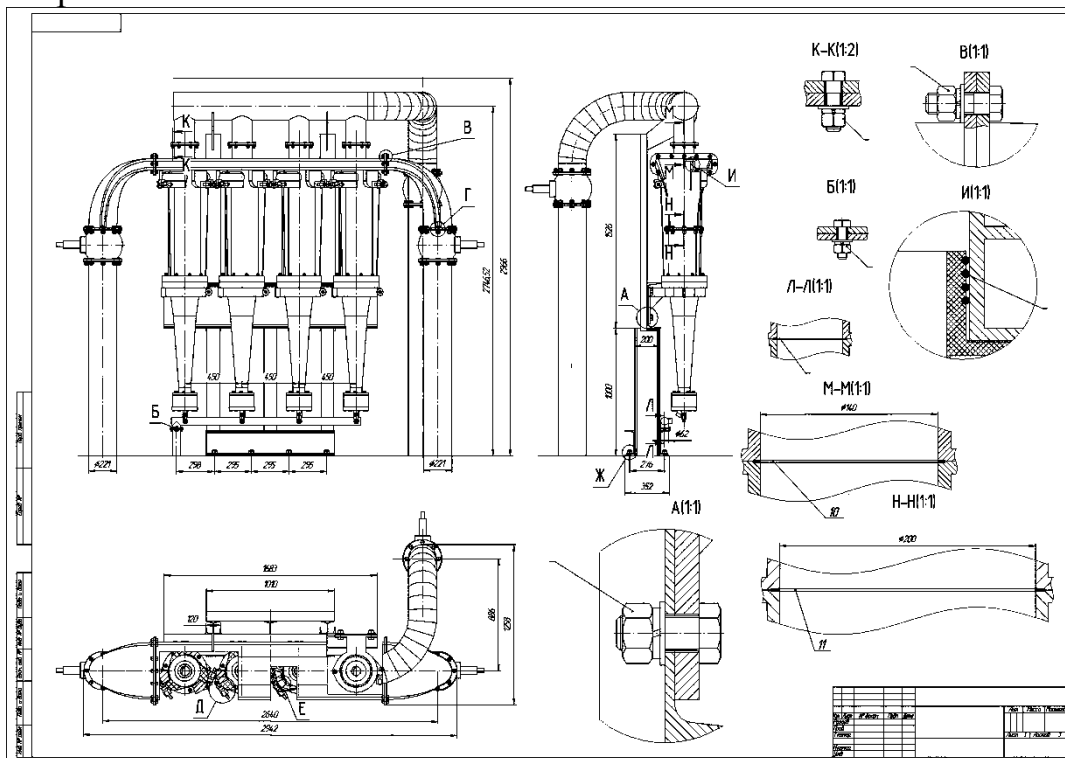


Рис. 6. Сборочный чертеж батареи вихревых очистителей

Для проработки вопросов собираемости и удобства монтажа производилось твердотельное объемное моделирование. Некоторые элементы конструкции представлены на рис. 7.

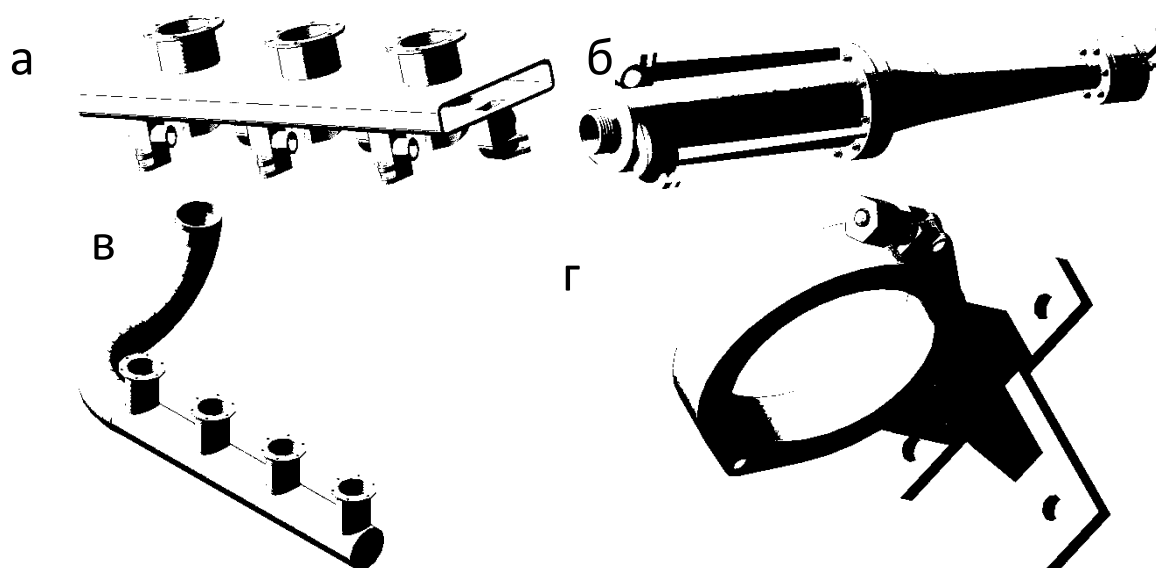


Рис. 7. 3D-модели узлов батареи вихревых очистителей:
а – модель подводящего коллектора; б – корпус вихревого очистителя;
в – модель отводящего коллектора очищенной массы;
г - модель хомута крепления вихревого очистителя

Гидродинамический расчет произведен только для некоторых элементов, но для остальных частей (коллекторов, патрубков, камер отходов и др.) также требуется расчет. Кроме того, необходимо произвести прочностные расчеты силовых элементов батареи.

Библиографический список

1. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. II: Производство бумаги и картона. Ч. 1: Технология производства и обработки бумаги и картона. СПб.: Политехника, 2005. 423 с.
2. Фляте Д.М. Технология бумаги: учебник для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 440 с.