

УДК 621.001.57

М. Е. Попов, д.т.н., проф., **Д. В. Буторин**, аспирант, ДГТУ, г. Ростов-на-Дону

E-mail: pme-dgtu@mail.ru

Совершенствование технологии изготовления длинномерных валов

В работе исследуется процесс обработки деталей типа вал «битера» зерноуборочного комбайна «Вектор».

Ключевые слова: длинномерные валы, зерноуборочный комбайн.

Improved technology manufacturing shaft long-combines

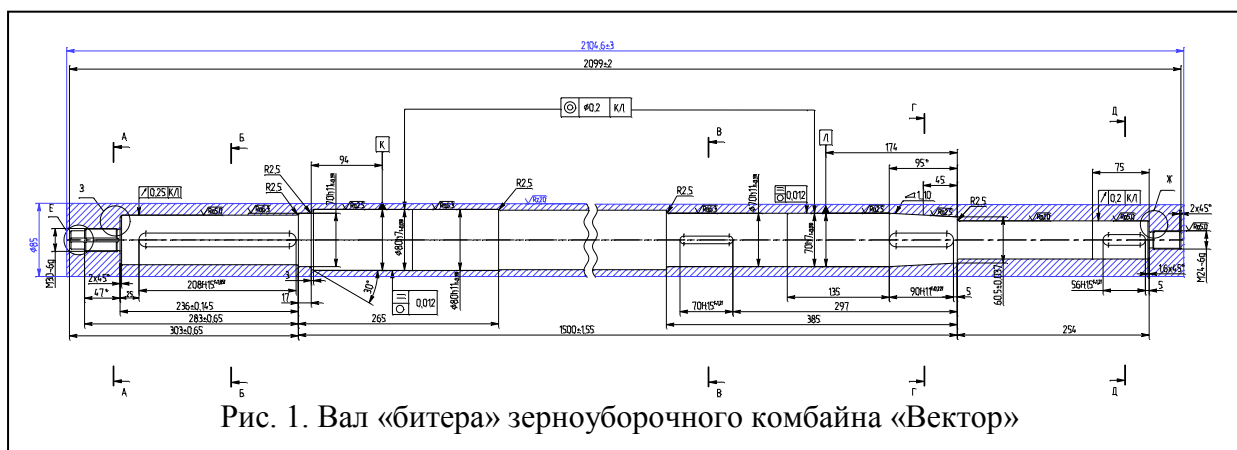
In work investigates process of processing of details of type a shaft “bitera” a combine harvester a “Vector”.

Keywords: lengthy shaft, a combine harvester.

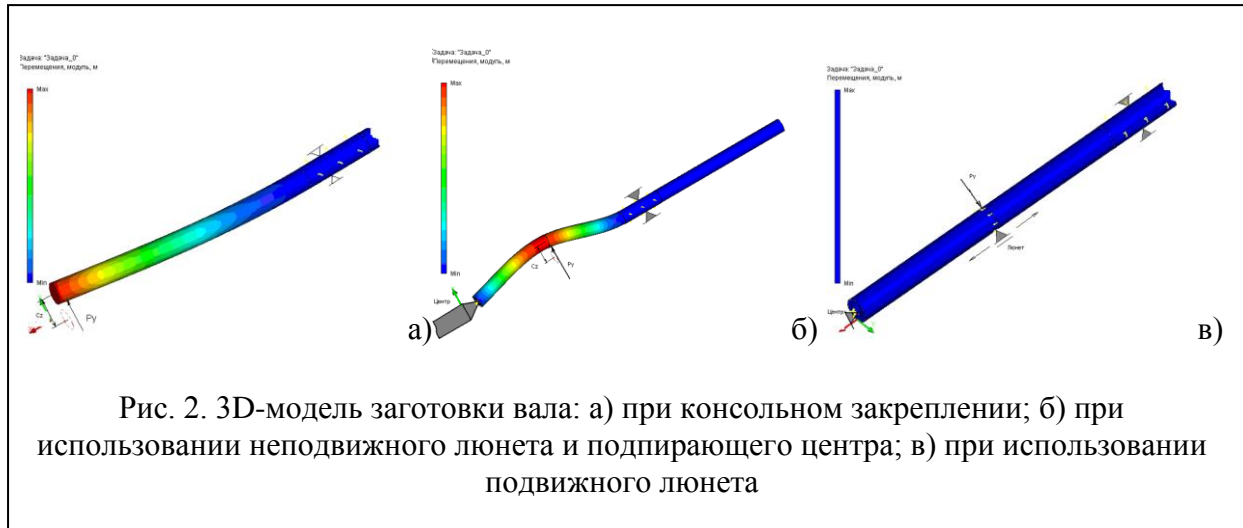
Известно, что детали, типа - круглые стержни большой длины ($L \gg D$) трудно обрабатывать. Это связано с недостаточной жесткостью стержня, из-за чего при обработке возникают значительные деформации.

Снизить влияние недостаточной жесткости детали можно путём выбора наилучшего способа установки заготовки на станке, расчета оптимальных припусков и операционных размеров, как в радиальном, так и в линейном направлениях.

Влияние способа установки заготовки на точность обработки рассмотрено на примере типичного представителя длинномерных деталей - вала «битера» зерноуборочного комбайна «Вектор» (рис. 1). Его длина – 2099 мм, диаметр – 80 мм. $L/D \gg 25$, что соответствует условию длинномерных валов. Материал детали – сталь 45.



Используя метод спектрального анализа и среду T-FLEX CAD 3D, проанализированы различные способы установки вала на токарном станке и определены преимущества и недостатки каждого из них. Анализ 3D моделей заготовок вала показывает, что отклонение оси вала зависит от координаты x и способа установки вала на станке (рис. 2).



Для моделирования точности размеров вала в осевом и радиальном направлениях и определения оптимальных операционных размеров, рассмотрен технологический процесс механической обработки вала «битера» зерноуборочного комбайна «Вектор». При размерно-точностном анализе технологического процесса использовался метод теории графов, позволяющий анализировать технологический процесс как единое целое. Размерная схема технологического процесса показана на рис. 3, а граф размерных связей технологического процесса вдоль оси вала на рис. 4.

По графу размерных связей выявлены технологические размерные цепи и составлены исходные уравнения размерных цепей. Математическая модель позволяет, при изменении любой переменной, будь то конструкторский размер (A), технологический (S), или припуск (Z), мгновенно пересчитывать все 126 уравнений модели, тем самым производить размерно-точностной анализ с учетом изменившихся условий. Также при этом пересчитывается и изменяется 3D модель детали, что даёт возможность анализировать её в дальнейшем.

Расчёты операционных размеров и припусков на каждый переход, как вдоль оси вала, так и в радиальном направлении, на примере вала «битера» зерноуборочного комбайна «Вектор», показывают эффективность применения метода графов при проектировании технологического процесса с позиции обеспечения требуемой точности. Он позволяет, совместно с системой T-Flex CAD 3D, наглядно представлять, что

получится при реализации данного технологического процесса обработки вала.

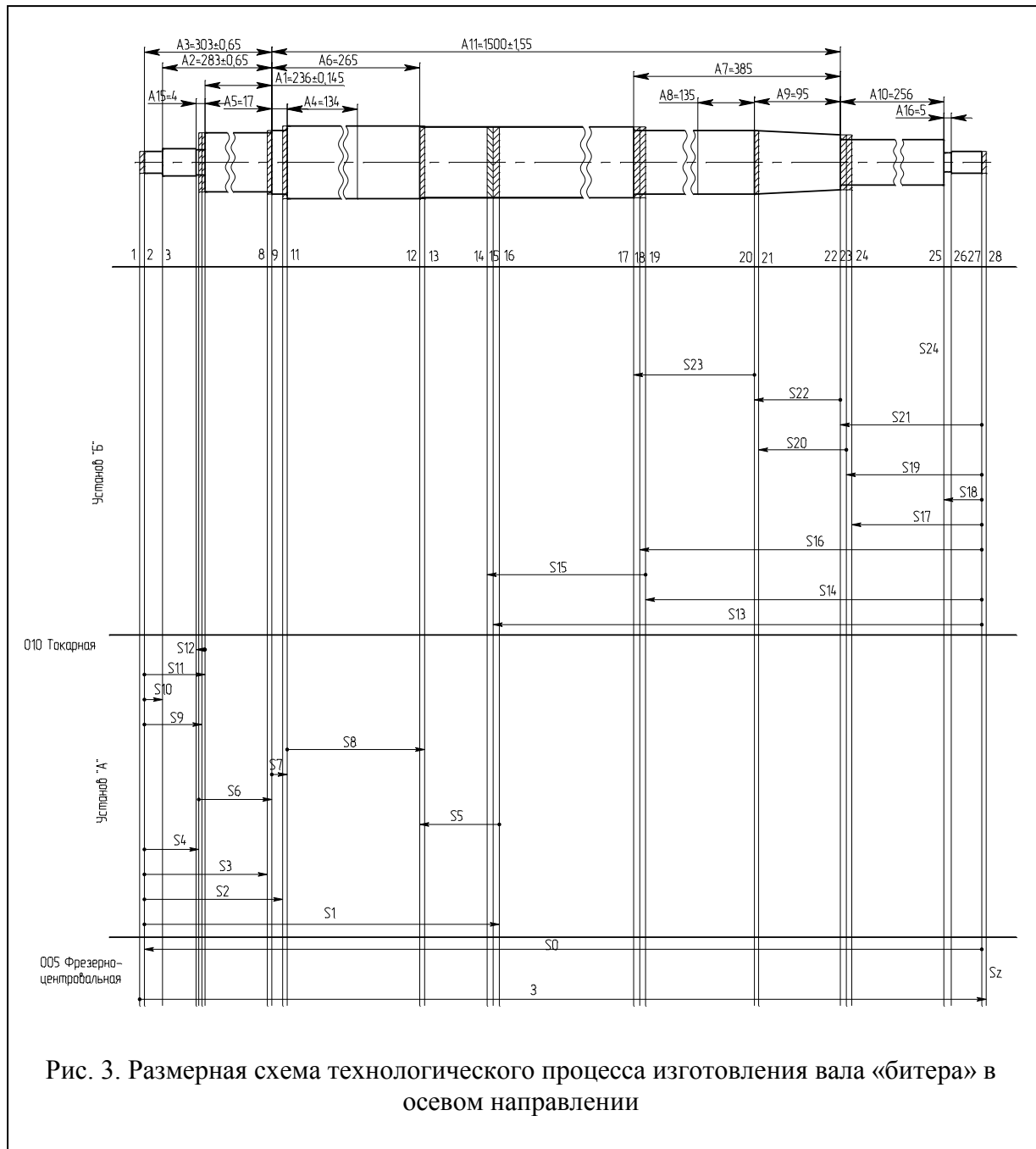


Рис. 3. Размерная схема технологического процесса изготовления вала «битера» в осевом направлении

Рассматривая обеспечение точности размеров вала «битера», как в линейном, так и в радиальном направлении, можно заметить, что точность обработки длиномерных валов зависит не только от выбора способа установки и размерных связей технологической системы, но и от предшествующих операций подготовки заготовки к обработке. В частности, операций рихтовки (правки) выполняемых с целью уменьшения кривизны заготовки, которая, в свою очередь, значительно влияет на

точность зацентровки торцов вала. Рассмотрена подробно фрезерно-центровальная операция.

Для аналитического представления совокупности погрешностей в осевом и радиальном направлениях создана 3D модель вала, зависящая от этих переменных, и симитирована токарная обработка. Моделирование показало, что при значениях отклонений представленных в расчётной параметрической таблице, «черноты» не наблюдается. Значит, при этих отклонениях рихтовка заготовки вала не требуется, а при больших отклонениях при токарной обработке будет появляться «чернота».

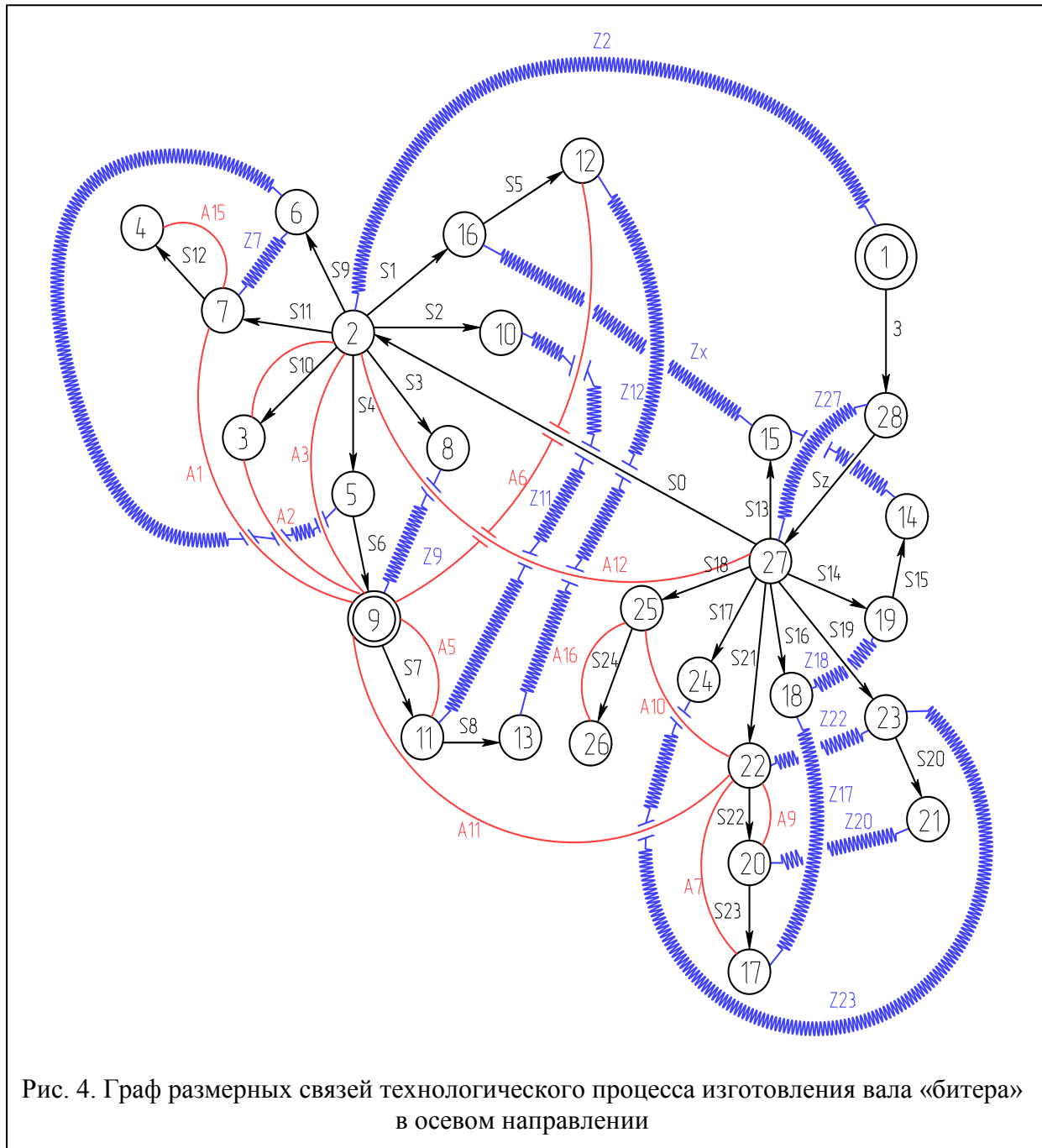


Рис. 4. Граф размерных связей технологического процесса изготовления вала «битера» в осевом направлении

Итак, с помощью системы T-Flex CAD 3D и замеров размеров реального вала из партии можно виртуально и в достаточной мере точно

определить потребуется ли рихтовка заготовок валов или нет. Информация об этом может значительно снизить расходы на операцию рихтовки.

Анализ существующих методов наладки станков для изготовления длинномерных деталей показал, что основная проблема при наладке таких станков это обеспечение соосности оси заготовки детали и оси установочных элементов станка. Из-за большой длины, следовательно, малой жесткости, ось длинной детали представляет собой кривую, а не прямую, необходимую для получения требуемой точности. Поэтому при наладке, в большинстве случаев, используется деталь-эталон (рис. 5,а). Причем длина эталона соизмерима с длиной самой детали, а значит и эталону присущи те же проблемы, что и самой детали.



Рис. 5. Существующая схема наладки фрезерно-центровального станка с помощью «эталонного» вала (а) и предлагаемый комплекс для наладки станков при изготовлении длинномерных деталей (б)

Для устранения недостатков существующего способа наладки станков при изготовлении длинномерных деталей предложен способ наладки станка при помощи специального комплекса (рис. 5,б), который позволяет снизить влияние погрешностей присущих наладки по детали-эталону, так как осью в комплексе выступает луч лазера.

Комплекс наладки станков, для изготовления длинномерных деталей, предназначен для материализации оси дорогостоящего эталонного вала, лучом лазера. Положив трубу-излучатель на призму, включив лазер в трубе излучателе, материализуем ось вала посредством лазерного луча. На другую призму кладем трубу приемник и регулируем положение тисков до тех пор, пока не сработает фото датчик в трубе приемнике.

Выводы:

Рассмотрение вопросов обеспечения точности изготовления длинномерных деталей на примере вала «битера» зерноуборочного комбайна «Вектор» показало, что решение проблем, с которыми сталкивается производство при изготовлении длинномерных валов, возможно путём выбора наилучшего способа установки заготовки на станке и расчёта оптимальных припусков и размеров заготовки. Предложенные методы исследования универсальны и могут применяться к любым деталям данного класса.