

## КОНЦЕПЦИЯ КОНВЕРТ-УСИЛЕНИЯ ПОЛИМЕРБЕТОНОМ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ 5-ОСЕВОГО МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА С ЧПУ

Довнар С. С., Макаренко К. Д., Гринкевич А. Г., Хруцкая Т. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: stanislaw.dovnar@gmail.com

**Summary.** Load-bearing system (LBS) of cubic-shaped multipurpose 5-axis CNC machine is investigated. Results of FEM-simulation are involved. Low stiffness of the machine could be improved by polymer concrete pouring into cavities of cast-iron structural parts. More perspective design pattern is to embrace machine LBS by concrete envelopes, inserted one-inside-other. It should provide outer LBS. Therefore, intensive precise machining would be possible. Implementation of the multi-envelope concepts leads to consequent changes into design and assembling technics.

В работе предлагается концепция усиления несущих систем (НС) технологических машин, например, станков. Концепция заключается в охвате исходного, примерно кубического машинного модуля (рис. 1) одним или несколькими «конвертами» из усиливающего материала, например, полимербетона. Конверты могут быть вложены друг в друга (рис. 2) по телескопической схеме (схеме «матрешка»). Конверт-усиление не требует переработки внутренней НС машинного модуля. Деформации стенок модуля ограничиваются. Тем самым повышается его статическая и динамическая жесткость.

Примером может быть станок (рис. 1) из гаммы 5-осевых многоцелевых станков с ЧПУ ОАО «СтанкоГомель», производящая на глобусном столе *I* многостороннюю обработку деталей *W* с помощью ползуна *2* (с мотор-шпинделем). Высоко расположенный ползун вместе с суппортом *3* и траверсой *4* обуславливают поднятый центр тяжести (ц.т.) и небольшую виброустойчивость станка [1]. Структурные детали (СД) станка являются маложесткими решетчатыми чугунными отливками. Эти обстоятельства ведут к опасным резонансам станка. Например, могут возбуждаться от сил резания колебания стенок *5* (рис. 1, а), несмотря на заполнение станины *6* полимербетоном.

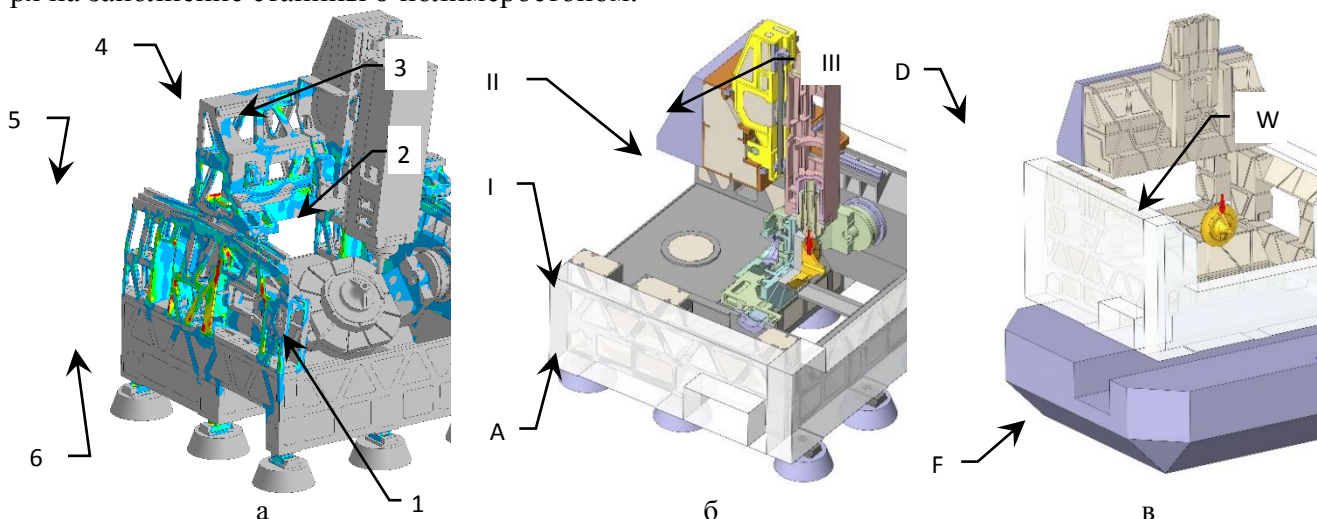


Рисунок 1 – Несущая система 5-осевого станка: а – картина эквивалентных напряжений  $\sigma_e$  для исходной НС в ходе фрезерования ( $\times 1800$ ; 31 Гц); б – станок в разрезе после усиления бетонированием; в – совокупность созданных бетонных деталей

Типовой путь усиления НС станка заключается в заполнении СД полимербетоном [2]. На рис. 1 (б) показана заливка полостей стенок *I*, траверсы *II* и суппорта *III*. Дополнительно, в рамках предлагаемой концепции следует создать трехсторонний конверт *A*, сцепленный с исходной НС станка. Конверт можно выполнить тоже из полимербетона. Конверт *A* не ограничивает создание дополнительной траверсы *D* и оптимизацию фундамента *F*.

Результатирующая система усиления станка представлена на рис. 1 (в). Чугунные СД условно не показаны. Конверт **A** становится своего рода наружной несущей системой. Облик станок принципиально не меняется

На рис. 2 представлен более развитый вариант конверт-усиления НС станка. Здесь исходным условием является то, что для большей части СД чугунный каркас заменен на полимербетонный массив. Так, траверса **Cnr** стала полностью бетонной. Это касается также станины и стенок.

Предлагается (рис. 2, а) снаружи станка создать три конверта **A**, **B** и **C**. Они выполнены из полимербетона, вложены друг в друга и образуют для станка виброустойчивое гнездо.

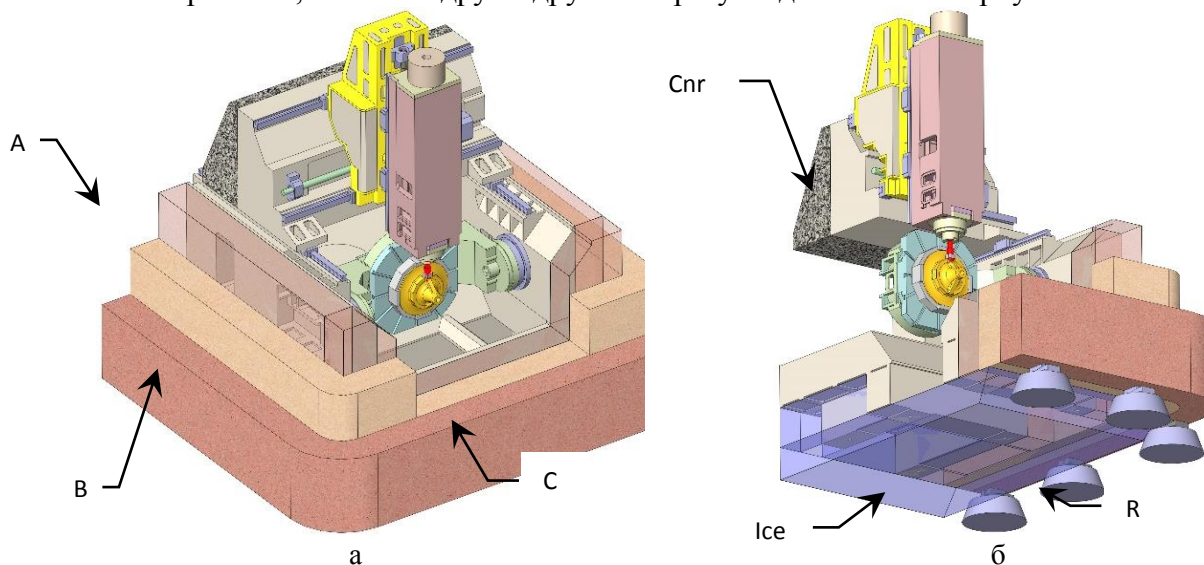


Рисунок 2 – Конверт-усиление станка полимербетоном в случае исполнения НС без большинства чугунных деталей: а – вид сверху; б – вид снизу в разрезе

Регулируемые опоры станка **R** рационально разместить (рис. 2, б) по краю тройного конверта. Под станком открывается пространство, которое может быть заполнено, например, ледяной плитой **Ice**. Здесь лед может выполнять две функции – части несущей системы (элемента жесткости) и термостабилизатора (резервуара холода), предохраняющего станок от нагрева и точности температурных деформаций. Разумеется, ледяная плита должна охлаждаться под управлением системы ЧПУ. Сочетание полимербетона и льда представляется интересным, поскольку полимербетон обладает малой теплопроводностью по сравнению с чугуном. Это способствует устойчивости **Ice** и хорошему сцеплению бетона и льда.

Эффективность концепции конверт-усиления в смысле повышения жесткости станка следует проверить путем МКЭ-анализа. Реализация концепции связана с затратами на дополнительный материал и увеличение площади станка. Требуется пересмотр техники монтажа-демонтажа глобусного стола с его приводами. Однако, в результате податливый и склонный к возбуждению резонансов станок может быть превращен в прецизионную машину, устойчивую к вибрациям при интенсивной обработке резанием.

#### Список использованных источников

1. Довнар С. С., Колесников Л. А., Яцкевич О. К., Авсиевич А. М., Шашко А. Е. Повышение статической жесткости несущей системы 5-осевого станка с ЧПУ. – «Технология – Оборудование – Инструмент – Качество»: тезисы докл. 36-ой междуна. науч.-техн. конф. (Минск, 7 апреля 2022 г.). – Минск: Бизнесофсет, 2022. – с. 28–31.
2. Довнар С.С., Авсиевич А.М., Яцкевич О.К., Колесников Л.А., Яворский А.В. Динамический МКЭ-анализ усиления бетоном несущей системы 5-осевого токарно-фрезерного станка. – Минск – Шанхай – Чанчунь: стратегия прорывного сотрудничества: сборник материалов научно-практической конференции (Минск, БНТУ, 21 апреля 2022 г.) – Минск: БНТУ, 2022. С.110–113.