

УДК 621.83

ВЫБОР МАТЕРИАЛА И РАСЧЕТ ЗАЩИТНОГО ОГРАЖДЕНИЯ ДЛЯ СТАНКА 3A161

Е. Г. КРИВОНОГОВА, Д. И. ЕВМЕНЕНКО

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

В базовой комплектации станка не предусмотрено наличие ограждения для защиты станочника от вылетающей заготовки.

При подборе кожухов для абразивных кругов станка 3A161 применяется действующий ГОСТ 30677–2000 (его типы и размеры). Безопасность процесса эксплуатации станка 3A161 регламентируется ГОСТ 12.2.009–99 *Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности* и ТР ТС 010/2011.

Для обеспечения безопасности работающего на круглошлифовальном станке 3A161 при вылете заготовки необходимо правильно подобрать материал кожуха и определить величину его минимальной расчетной толщины. Инженерный расчет выполняется на основании законов механики деформируемого твердого тела для движущейся материальной точки и требований стандартов безопасности станкостроения ГОСТ EN 13218 и EN ISO 23125.

Для выполнения расчета принимаем худший сценарий: в момент срыва заготовка мгновенно ускоряется шлифовальным кругом до его линейной скорости ($v = 35$ м/с). Масса рассматриваемой заготовки составляет 2,36 кг.

Определяем кинетическую энергию удара по формуле

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2},$$

где m – масса заготовки, кг; v – линейная скорость в момент удара, м/с.

$$E_k = \frac{2,36 \cdot 35^2}{2} = 1445,5 \text{ Дж}.$$

Следовательно, экран должен полностью поглотить 1,45 кДж энергии за счет упругопластической деформации.

Величина расчетной толщины будет зависеть от выбранного материала.

На основании проведенного литературного анализа можно сделать вывод, что использовать обычное стекло, оргстекло (акрил) или текстолит категорически запрещено – они при возникновении аварийной ситуации разлетятся на опасные осколки. Рассматривать установку защитного ограждения, полностью изготовленного популярными методами 3D-печати (FDM, SLA, SLS), для удержания вылетающей заготовки энергией 1445,5 Дж также категорически не рекомендуется из-за особенностей структуры.

Из полимеров рекомендуется использовать только монолитный поликарбонат (МПК).

В станкостроении прочность поликарбоната оценивается не по классическим статическим формулам, а по результатам баллистических краш-тестов (метод сквозного пробития стандартным бойком массой 2,5 кг).

Согласно эмпирическим графикам стандартов безопасности для удержания энергии 1445 Дж (1,45 кДж) чистый, новый монолитный поликарбонат без дефектов требует толщины $S = 6$ мм. При такой толщине пластик сработает на пределе текучести: вследствие удара он сильно выгнется, покроется микротрещинами, но задержит летящую заготовку.

В реальных условиях производства использовать чистые 6 мм категорически запрещено из-за старения материала и способа его закрепления. Монолитный поликарбонат интенсивно теряет ударную вязкость под воздействием смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), ультрафиолета и вследствие постоянных ударов горячей мелкой стружкой. Ударная стойкость МПК уже через 2 года эксплуатации уменьшается до 60 % от первоначальной, а через 5–7 лет – до 20 %...30 %. Материал становится хрупким, как обычное стекло.

Для расчетного срока службы экрана в 2–3 года принимаем коэффициент старения $K_c = 1,6$.

Лабораторные тесты проводятся на идеально зажатом по всему периметру листе. В самодельном или покупном щите станка заделка краев имеет люфты. Для компенсации динамических нагрузок вводится коэффициент динамичности и надежности $K_d = 1,3$.

Определяем минимальную толщину листа по формуле

$$S_{\min} = S \cdot K_c \cdot K_d,$$

где S – стандартная величина толщины листа, мм; K_c – коэффициент старения; K_d – коэффициент динамичности и надежности.

$$S_{\min} = 6 \cdot 1,6 \cdot 1,3 = 12,48 \text{ мм.}$$

Следовательно, в качестве материала необходимо использовать стандартный лист монолитного поликарбоната ближайшей большей заводской толщины – 12 или 14 мм. Альтернативой может являться многослойный пакет. Допускается сборка пакета из двух листов, причем толщина внешнего листа должна составлять 8 мм, внутреннего, повернутого к зоне резания, – 4...5 мм. Между ними обязательно оставляется воздушный зазор в 1...2 мм через резиновую прокладку. Такой вариант исполнения гасит ударную волну еще эффективнее за счет трения слоев друг о друга.