

## УДК 621.91.01

**КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Дорох Артём Владимирович

*Студент 6 курса,**кафедра «Инструментальная техника и технологии»**Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.А. Смирнов,**ассистент кафедры «Инструментальная техника и технологии»*

При обработке металлов резанием, в частности при фрезеровании алюминия, зачастую возникают остаточные деформации, которые могут проявляться либо в процессе обработки, либо по её завершении. Остаточные напряжения, которые являются причинами деформаций, представляют собой внутренние напряжения, которые существуют в материале при отсутствии внешних механических воздействий. Эти напряжения являются результатом неравномерных пластических деформаций от сил резания и закрепления, температурных градиентов или структурных превращений, происходящих в процессе изготовления и обработки деталей [1].

Целью данной работы является разработка концепций измерительного стенда, которые имеют возможность одновременно фиксировать как силы, действующие на заготовку, так и температуру в зоне резания. Измерение этих величин, в совокупности с заранее известными режимными параметрами обработки, позволит комплексно оценить взаимное влияние факторов обработки и зависимость остаточных деформаций от них.

На рисунке 1 представлена схема соединений измерительного стенда, разработанного на базе измерительной системы Kistler.

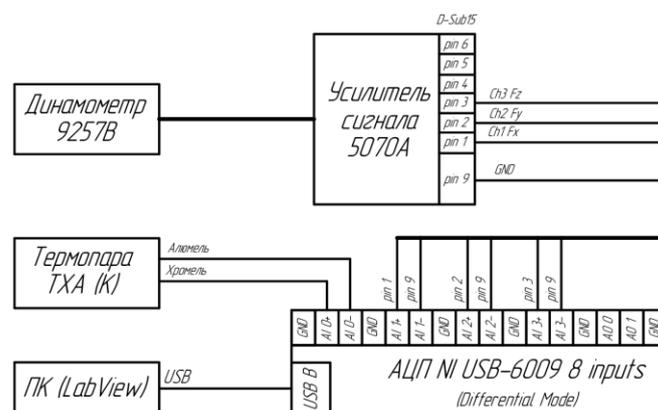


Рисунок 1. Схема соединения узлов измерительного стенда

В качестве динамометра выбран Kistler Type 9257 В. Предполагается использование термопары типа К. Сигнал от динамометра поступает на усилитель Kistler 5070А, который имеет встроенный сумматор составляющих силы и может выдавать значения на выход аналогового разъёма в диапазоне  $\pm 10$  В по каждой измеряемой величине. При настройке усилителя задаётся ожидаемый диапазон измерений, зная величину которого можно вычислить масштаб выходного напряжения, измеряемый в Н/В (автоматически выводится на дисплей) [3]. Таким образом, если

ожидаемый диапазон измерений составляет 1000 Н, то масштаб равен 100 Н/В. Исходя из этого, при наличии показаний с аналогового выхода, мы получаем закономерность по силе, а именно  $1В = 10Н$ . Термопара и динамометр подключаются к аналоговому входу АЦП NI USB-6009, который преобразуя сигнал в цифровой, передаёт полученные измерения на персональный компьютер (ПК) в программу LabView [4].

Предложенный авторами [2] контрольно-измерительный диагностический стенд позволяет измерять и силу, и температуру в зоне резания, но нет возможности параллельного измерения этих величин, что не даёт возможности оценить их взаимное влияние.

В качестве второго измерительного комплекса был взят за основу стенд, предложенный Шуляком Я.И. и опирающийся на динамометр УДГ-600 [5]. В схему был интегрирован второй модуль АЦП NI USB 6009 для обработки данных с дополнительных датчиков первичной информации, в том числе термопар. Модернизированная программа управления приведена на рисунке 2.

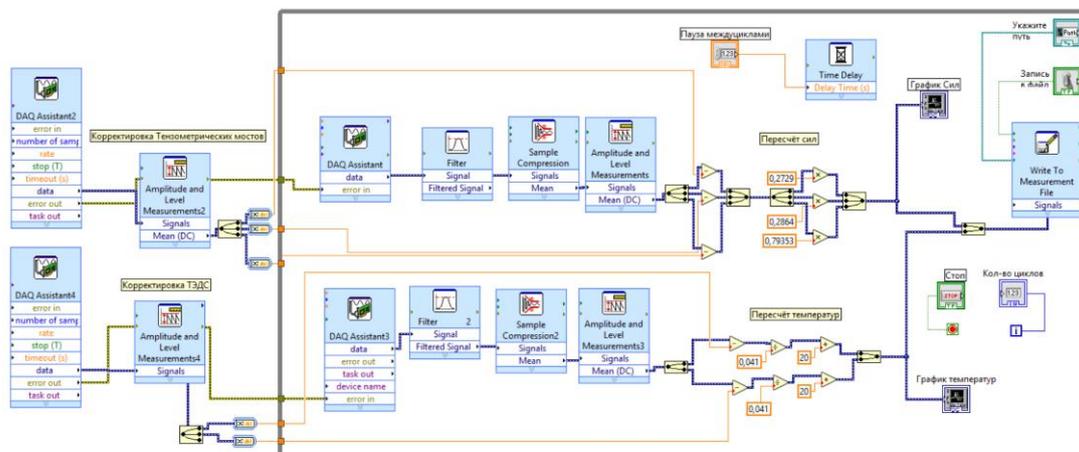


Рисунок 2. Графическая структура программы.

Таким образом, оба предложенных стенда имеют преимущества по анализу данных, ввиду их одновременной регистрации. Стенд на основе приборов Kistler имеет большую вариативность закрепления заготовок при фрезеровании благодаря конструкции динамометра с крепёжными отверстиями и отсутствию необходимости изготовления специализированной оснастки.

## Литература

1. Таблицы остаточных напряжений после обработки металлов – справочник технолога. Режим доступа: [https://inner.su/articles/tablisty\\_ostatochnykh\\_napryazheniy\\_posle\\_obrabotki\\_metallov/](https://inner.su/articles/tablisty_ostatochnykh_napryazheniy_posle_obrabotki_metallov/) (дата обращения 10.03.2026).
2. Древалёв А.Е., Васильев С.Г., Виноградов Д.В., Мальков О.В. Контрольно-измерительный диагностический стенд для экспериментальных исследований в технологии механической обработки // 2014. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontrolno-izmeritelnyy-diagnosticheskiy-stend-dlya-eksperimentalnyh-issledovaniy-v-tehnologii-mehanicheskoy-obrabotki/pdf> (дата обращения 04.03.2026). DOI: 10.7463/1214.0749286
3. Сайт компании Kistler. Режим доступа: <http://www.kistler.com> (дата обращения 04.03.2026).
4. Сайт компании National Instrument. Режим доступа: <https://www.ni.com> (дата обращения 05.03.2026)
5. Шуляк, Я. И. Модернизация установки измерения сил резания на базе динамометра УДМ-600 / Я. И. Шуляк, С. Г. Васильев // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. - 2016. - № 1. - С. 1-12. DOI: 10.7463/aplts.0116.0831168