

таллы резанием после предварительного их нагрева: инженер В. И. Рукавишников—1936 г., Б. М. Аскинази и Г. И. Бабат—1939 г.

Работы указанных авторов имеют для нас интерес только с точки зрения их постановки, так как не представляют собою теоретических исследований и не выясняют практических возможностей. Аскинази и Баббат справедливо отмечают в своей работе: „Попытки практически осуществить горячую обработку производились неоднократно, но хороших результатов из-за несовершенства методики нагрева они не дали“. Член-корреспондент АН СССР, профессор-доктор В. Д. Кузнецов по этому поводу говорит: „Вопрос о влиянии температуры на процесс резания в целом почти не исследован, а между тем, выяснение зависимости параметров резания от температуры могло бы дать богатый материал для теоретических основ по резанию металлов“. Нам известны фундаментальные работы школы резания при Томском политехническом институте, возглавляемые профессором-доктором А. М. Розенбергом, из которых следует, что режимы одинаковых температур на передней грани реза сопровождаются одинаковой геометрией нароста, одинаковыми коэффициентами трения и усадками стружки, независимо от источников получения тепла. Скорость резания, подача, глубина резания школой ТПИ рассматриваются как температурные факторы. Если эти положения школы резания при ТПИ справедливы, то мы должны получить количественно одинаковые зависимости усадки стружки и коэффициент трения при условии, что температуры на передней грани реза в случае предварительного нагрева болванки и без предварительного нагрева будут одинаковы. Выяснение справедливости этих положений необходимо также и потому, что по этому вопросу нет единого мнения среди крупнейших специалистов по резанию металлов. Следовательно, обработка металлов резанием с предварительным нагревом представляет большой интерес с двух точек зрения:

1. С практической—снижение расходуемой мощности и возможность обработки трудно обрабатываемых сплавов и сталей.

2. С теоретической—выяснение, с одной стороны, влияния температуры на все параметры резания и, с другой стороны, природы скоростного резания металлов.

І. Оборудование и методика исследования

Исследования проводились на токарно-винторезном станке 1А62, установленном на расстоянии 2,5 м от клиновидного зажима лампового генератора модели АЗ-46.

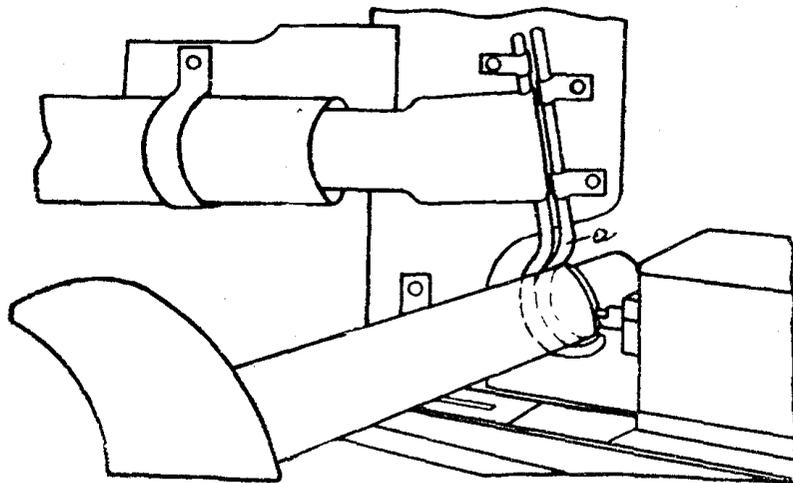
Нагрев обрабатываемой детали осуществлялся только в зоне резания с помощью полууниверсального двухвиткового полукольцевого индуктора (а) конструкции автора (фиг. 3), установленного на продольном суппорте станка.

Замер сил на резе осуществлялся двухкомпонентным гидравлическим динамометром. Фиксирование температур в зоне резания осуществлялось комбинированным способом: термомощупом, термокрасками и при красном калении—оптическим пирометром. Температура на передней грани замерялась естественной термопарой. В качестве режущего инструмента применялся металлический стержень, оснащенный пластинкой из твердого сплава Т15 К6. Обработке подвергалась болванка из машиноподелочной стали с временным сопротивлением $\sigma_b = 53 \text{ кг/мм}^2$, химический состав обрабатываемого материала: $C \cong 0,33\%$, $M_n \cong 0,7\%$, $S_i = 0,15\%$.

Для выяснения влияния только температуры резания на процесс резания обрабатываемая деталь не подвергалась предварительному нагреву. В этом случае температурный режим в плоскости сдвигов и на передней грани реза обуславливался соответствующими скоростями резания.

Для выяснения влияния на процесс резания только температуры искусственного предварительного нагрева обрабатываемая деталь нагревалась в зоне резания от 30 до 700°C с температурными интервалами в 50°C.

При этом обрабатываемая деталь вращалась с очень малой скоростью резания— $V=3$ м/мин, т. е. с такой скоростью резания, при которой не вызывалась сколько-нибудь ощутительная температура резания. И, наконец,



Фиг. 3. Двухвитковый полукольцевой индуктор

для выяснения совместного влияния на процесс резания температуры предварительного искусственного нагрева T° и температуры резания T_v° , опыты проводились с переменными скоростями резания и температурами предварительного нагрева.

II. Результаты исследования

На фиг. 4а представлена кривая зависимости усадки стружки по длине от скорости резания (температуры резания T_v°), а на фиг. 4б— от температуры предварительного нагрева T° . На этих кривых соответственно обнаруживается равенство усадок: при $V \cong 20$ м/мин и $T = 350^\circ\text{C}$, а также при $V \cong 50$ м/мин и $T = 600^\circ\text{C}$.

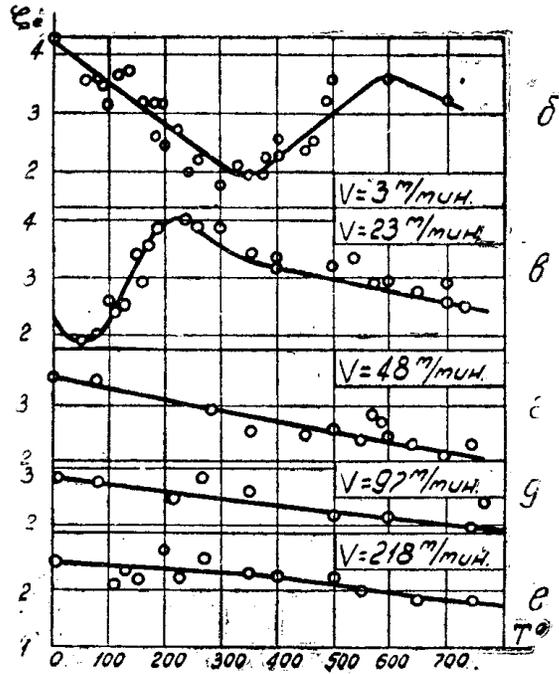
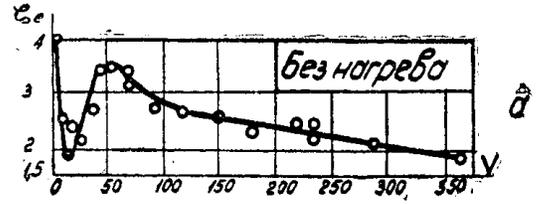
Равенство усадок указывает нам на равенство температур на передней грани резца, что было подтверждено замером температур на передней грани резца.

Далее с повышением скорости резания (температуры резания) до $V = 23$ м/мин, фиг. 4в, максимальное значение усадки сместилось в зону меньших температур на величину прироста температуры за счет увеличения скорости резания до $V = 23$ м/мин. Наконец, с дальнейшим увеличением скорости резания от $V = 23$ м/мин. до $V = 218$ м/мин максимальное значение усадок еще больше сместилось в зону микротемператур, поэтому на фиг. 4 г, д, е мы видим только лишь части спадающих кривых.

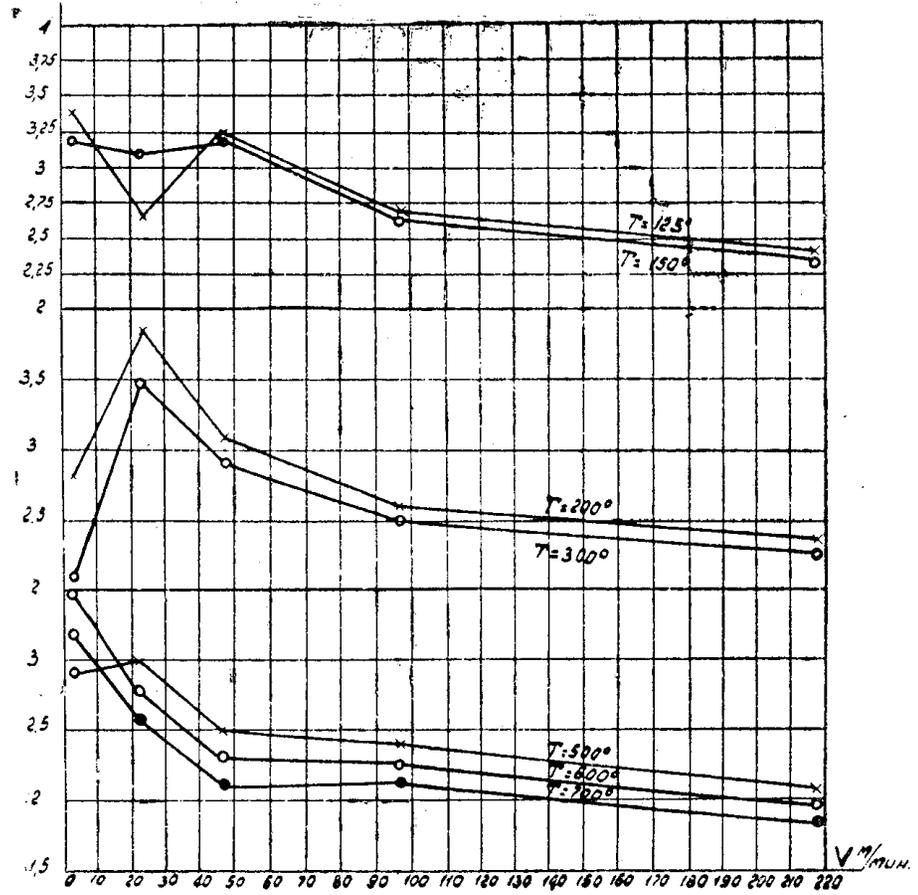
На фиг. 4 при некоторых температурах выясняется общая тенденция к снижению усадки с повышением температуры предварительного нагрева— T° и температуры резания— T_v° , наиболее наглядно эта тенденция выясняется на кривых фиг. 5.

На фиг. 6 представлены кривые усадки по толщине среза. Здесь характер изменения кривых тот же, что и для кривых усадки стружки по длине.

Усадку стружки по ширине среза фиг. 7 с повышением температур практически можно считать не изменяющейся.

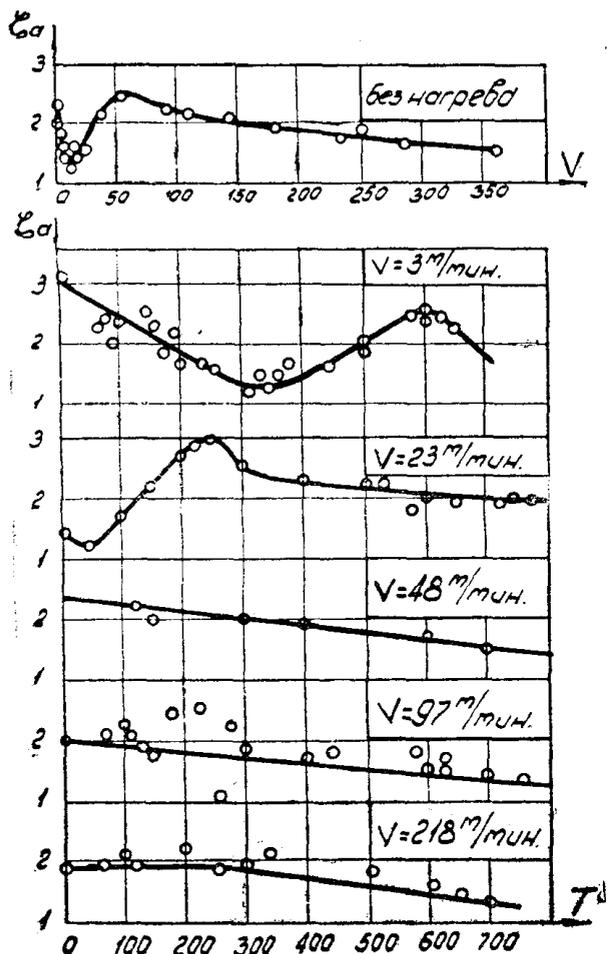


Фиг. 4. Зависимость усадки стружки по длине от температуры предварительного нагрева

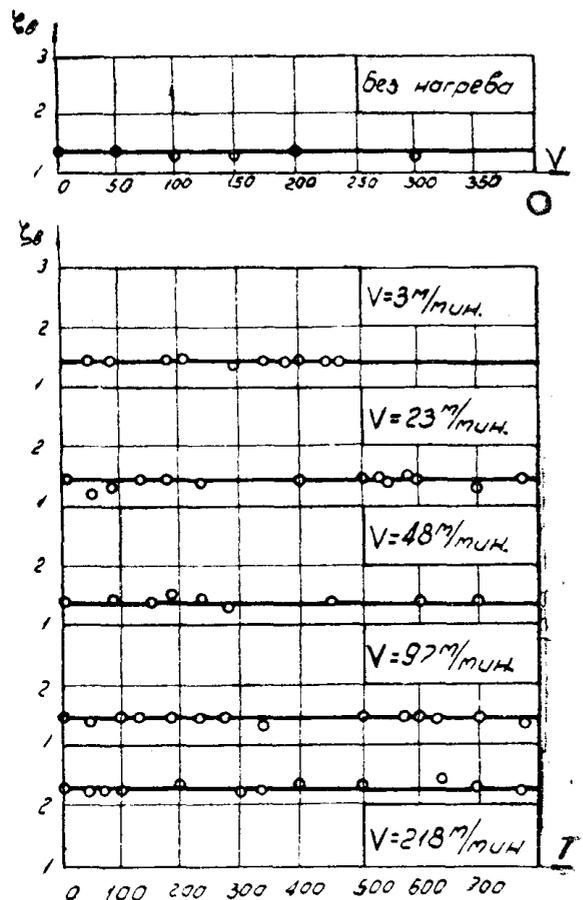


Фиг. 5. Зависимость усадки стружки по длине от скорости резания

Коэффициент трения между контактными поверхностями стружки и реза изменяется по тому же закону, что и усадка стружки по длине и толщине среза, фиг. 8. Коэффициент трения при равенстве температур на передней грани реза в случае предварительного нагрева болванки в зоне резания (фиг. 8б) и в случае нагрева металла в зоне резания за счет скорости резания (фиг. 8а) имеет равные значения.



Фиг. 6. Зависимость усадки стружки по толщине от температуры предварительного нагрева

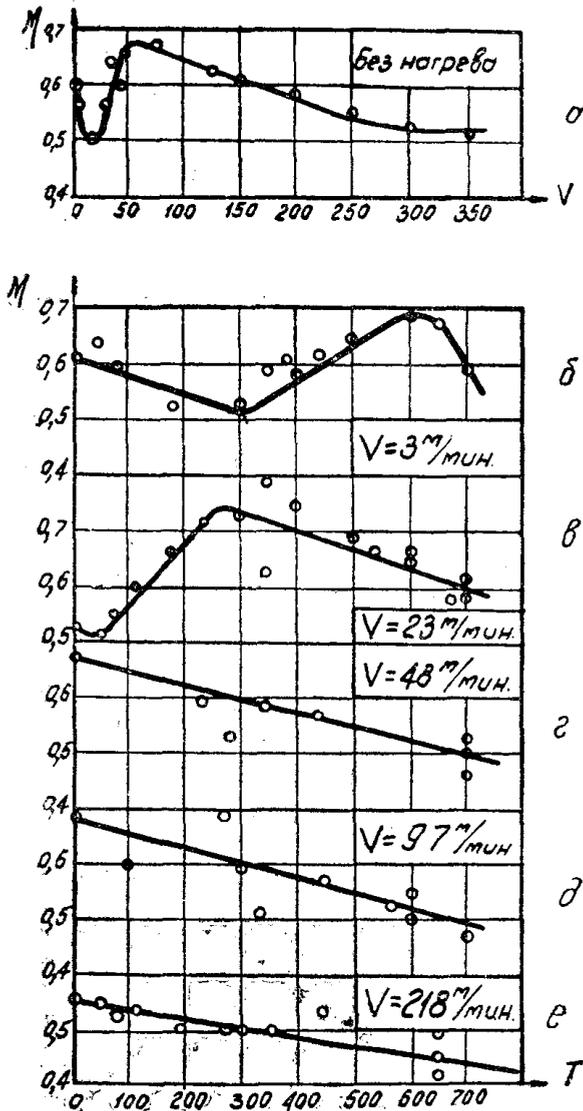


Фиг. 7. Зависимость усадки стружки по ширине от температуры предварительного нагрева

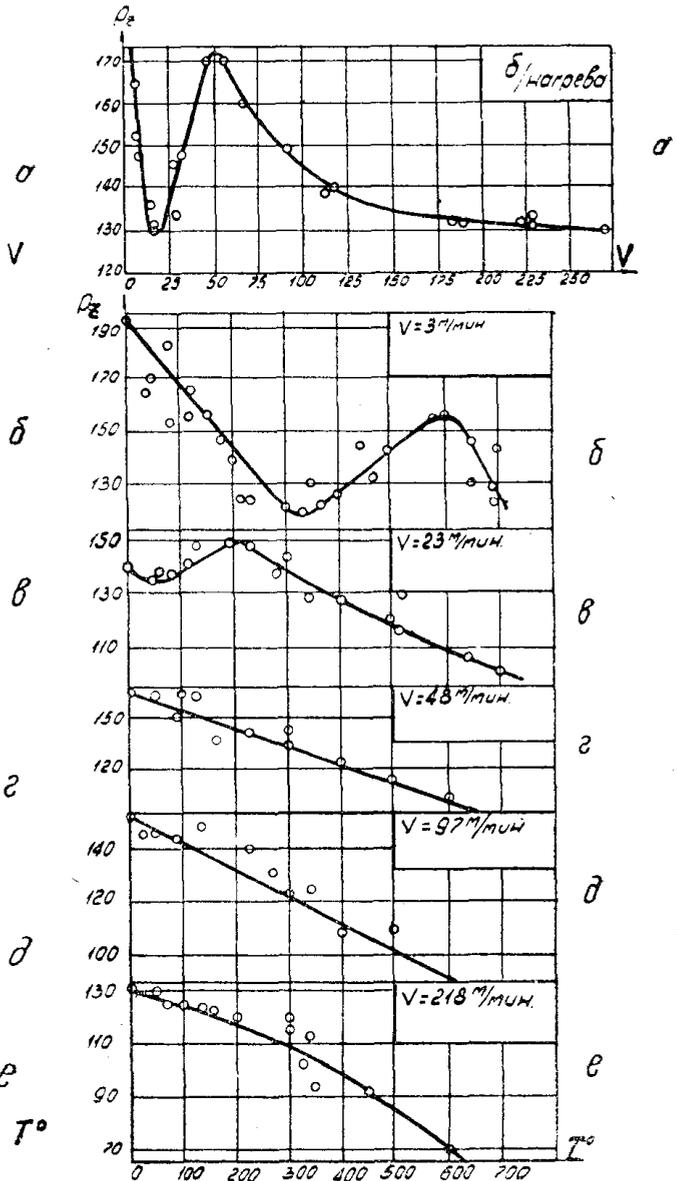
С дальнейшим повышением скорости резания от $V = 23$ м/мин и выше, а также температуры предварительного нагрева, коэффициент трения снижается.

В отличие от кривых фиг. 4, 6, 8 при равенстве температур на передней грани реза сила P_z не сохраняет равенства (фиг. 9). Так, например, при $V \cong 20$ м/мин и соответствующей этой скорости температуре $T_v = 350$ °С минимальное значение силы $P_z = 130$ кг (фиг. 9а), в то время как при $T = 350$ °С и $V = 3$ м/мин, сила $P_z = 115$ кг (фиг. 9б). То же самое можно сказать и о максимальных значениях сила P_z : в первом случае сила $P_z = 172$ кг и во втором случае $P_z = 152$ кг. Такое же явление наблюдается и с силой P_x (фиг. 10) и напряжением в плоскости сдвигов (фиг. 11). Как видно из фиг. 9, 10, 11, силы резания P_z и P_x , а также напряжения в плоскости сдвигов σ_s имеют более низкие значения в том случае, когда определенная температура устанавливается путем предварительного искусственного нагрева бол-

ванки в зоне резания, а не путем соответствующей скорости резания. Это означает, что в первом случае резец снимает стружку с металла, свойства которого ослаблены предварительным нагревом, а во втором случае—с металла, который нагревается в плоскости сдвигов в результате работы резания. С точки зрения закона сохранения энергии иначе и не может быть: на пластическую деформацию холодного металла и, следовательно, на его нагревание расходуется дополнительная энергия.

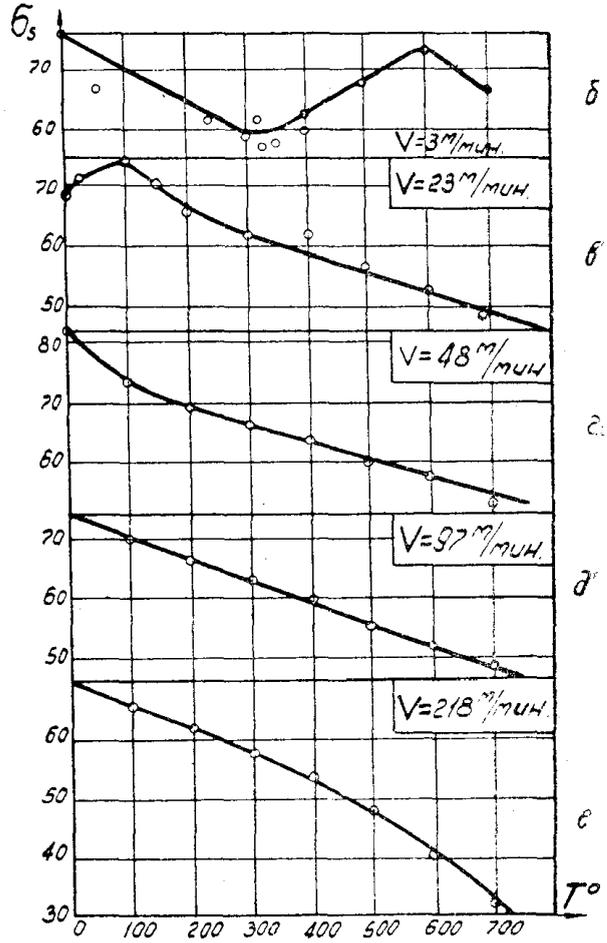
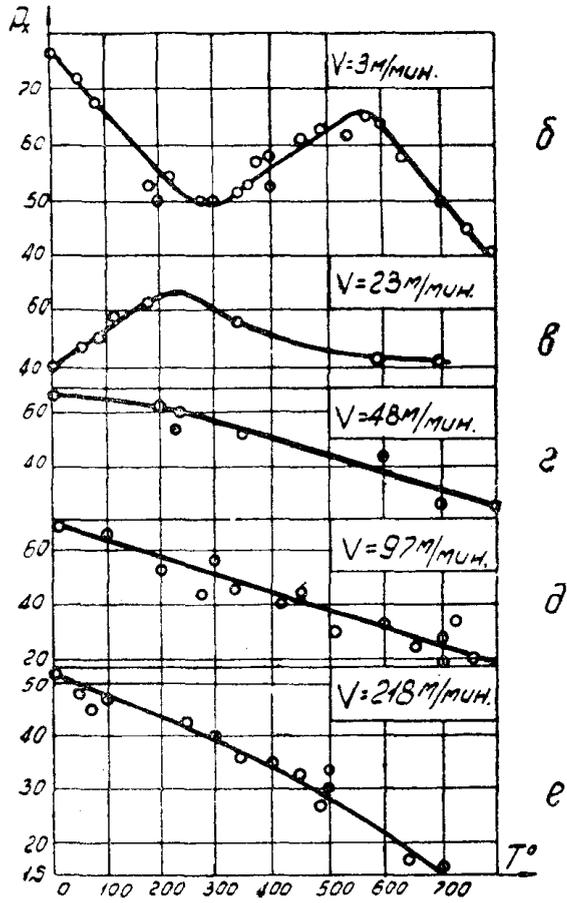
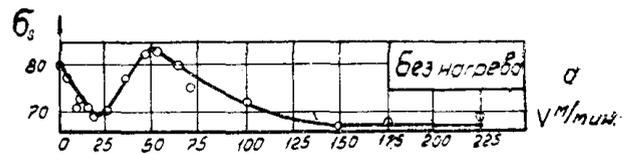
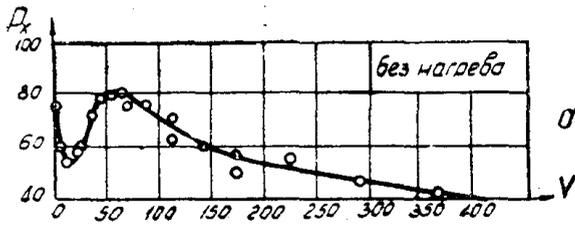


Фиг. 8. Зависимость коэффициента трения от температуры предварительного нагрева



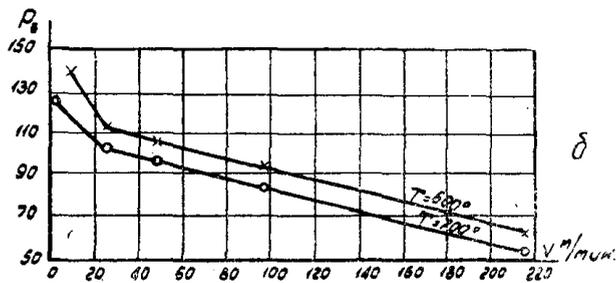
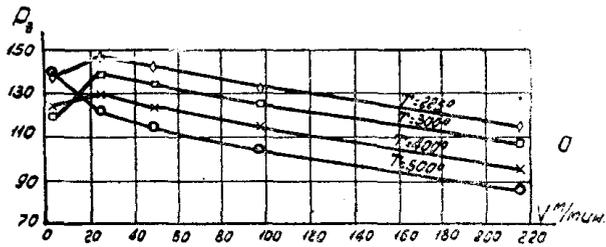
Фиг. 9. Зависимость главной силы резания от температуры предварительного нагрева

С дальнейшим увеличением скорости резания от $V = 23$ м/мин. и выше, а также с повышением температуры предварительного нагрева сила P_z , фиг. 9 в, г, д, е и фиг. 12 а, б, сила P_x , фиг. 10 в, г, д, е, напряжение в плоскости сдвигов σ_s , фиг. 11 в, г, д, е неизменно снижаются. Следовательно, повышение температуры резания T_v° за счет скорости резания V или температуры предварительного искусственного нагрева T° неизбежно приводит к повышению производительности процесса резания.



Фиг. 10. Зависимость силы подачи от температуры предварительного нагрева

Фиг. 11. Зависимость напряжения в плоскости сдвигов от температуры предварительного нагрева.



Фиг. 12. Зависимость главной силы резания от скорости резания

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. При одинаковых температурах на передней грани реза, независимо от того, получены ли эти температуры в результате воздействия скорости резания, или в результате предварительного нагрева болванки в зоне резания, или в результате совокупного действия того и другого факторов, коэффициент трения между контактными поверхностями стружки и реза и усадка стружки оказываются одинаковыми.

Этим подтверждается принципиальная точка зрения школы резания при Томском политехническом институте, возглавляемой профессором-доктором А. М. Розенбергом, и окончательно устанавливается основная роль в процессе резания температуры на передней грани инструмента и ее преобладающее влияние на все явления, сопровождающие процесс резания.

2. Силы резания и напряжения в плоскости сдвига при равных температурах на передней грани реза имеют более низкие значения в случае резания предварительно нагретого металла в зоне резания.

3. С повышением температуры предварительного нагрева металла в зоне резания начиная с некоторой температуры силы резания, напряжения в плоскости сдвига, усадки стружки, коэффициенты трения неизменно понижаются, что дает возможность при резании металлов с предварительным нагревом значительно повысить производительность процесса резания. Так, например, для наших условий опыта значение силы P_z снижалось в 3,65 раза.

4. Применение предварительного нагрева позволяет сравнительно легко обрабатывать труднообрабатываемые сплавы и стали с применением металлокерамических и термостойких пластин на обдирочных операциях.

5. Проведенные исследования позволили более полно вскрыть физическую сущность явлений, сопровождающих процесс резания, и на основании этого объяснить природу скоростного резания металлов¹⁾.

¹⁾ Известия ТПИ, т. 75 Мостовой В. М. К вопросу о сущности процессов при скоростном резании стали.