

## **УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**Кленов О.С.**, канд. техн. наук (ООО “Фирма ДиМерус Инжинеринг”, Харьков)  
**Новиков Д.Ф.** (НТУ “ХПИ”)

*В работе обоснованы условия эффективного применения режущих инструментов на машиностроительных предприятиях с учетом конкурентной борьбы инжиниринговых фирм, занимающихся внедрением в производство современных дорогостоящих зарубежных режущих инструментов различных фирм-производителей*

Промышленные предприятия, стремясь выйти на мировые рынки с конкурентоспособной машиностроительной продукцией, широко применяют современные технологии металлообработки и образцы металлорежущего инструмента [1]. Однако, все эти новшества внедряются в условиях отсутствия нормативной базы по их использованию. В результате внедрение новых технологий происходит методом “проб и ошибок”, на основе которого оцениваются технические и экономические особенности предлагаемых инструментов, оборудования и технологий.

Инжиниринговые фирмы, которые работают на отечественном рынке металлообработки, ведут жесткую конкурентную борьбу и своими открытиями, а так же результатами исследований, крайне редко делятся между собой, ссылаясь на коммерческую тайну предприятия. В открытый же доступ такая информация поступает очень редко.

В процессе внедрения новейших технологий обработки металлорежущий инструмент является одним из важнейших компонентов. Желая улучшить конкретную технологическую операцию обработки, инжиниринговые фирмы проводят испытания инструментов разных производителей.

Как показывает практика внедрения инструментов, на операции обработки, где испытывается от трех и более инструментов разных производителей, эффективность металлообработки будет значительно выше. Это достигается за счет выбора рациональных геометрических параметров инструмента, износостойких покрытий, режимов резания и т.п.

Однако, такие испытания инструментов происходят крайне редко из-за наличия нескольких ограничивающих факторов. Во-первых, инжиниринговые фирмы испытывают значительные затраты в связи с необходимостью проведения дополнительных испытаний для выбора инструментов и режимов резания. Во-вторых, на проведение испытаний отвлекается большое количество специалистов со стороны промышленного предприятия на длительное время. В-третьих, необходима большая партия деталей для проведения испытаний. В результате в испытаниях на предприятии принимают участие всего 1–3 инжиниринговых фирмы, уже успевших себя зарекомендовать.

Наиболее часто производят испытание современного инструмента с целью замены им инструмента, произведенного еще по советским ГОСТам. В таком случае любой современный инструмент зарубежного производства заведомо лучше, т.к. испытания производятся на таких же или незначительно увеличенных режимах резания. В итоге достигается следующий результат: стойкость современного инструмента и производительность обработки им значительно выше применяемого инструмента.

Примером тому является испытание резца производства Tungaloy (Япония) CNMG 120408 – НММ АН905 с целью замены резца, изготовленного из твердого сплава ВК8. Как показали испытания, японский инструмент позволил увеличить скорость резания с 5,0 м/мин до 15,7 м/мин, а так же стойкость с 1 до 3-х деталей, т.е. в результате проведения испытаний удалось повысить стойкость инструмента и производительность обработки. Однако дальнейших испытаний по определению оптимальных режимов резания не производили. Они были установлены инженером-технологом на основе его собственного опыта. Вполне вероятно, что из-за недостаточной квалификации технолога эти режимы резания могут быть малоэффективны и не позволят в полной мере реализовать потенциальные возможности инструментов, которые заложены их разработчиками в Японии, Германии, Израиле и других странах.

В случаях, когда испытывается несколько инструментов или необходимо улучшить уже подобранный зарубежный инструмент, выбор оптимального варианта инструмента может быть произведен более качественно. Это связано с тем, что испытывается инструмент, подобранный по четко установленным критериям.

Эти выводы подтверждаются результатами испытания инструментов следующих фирм-производителей: Seco, Tungaloy, Stellram, Ceratizit при обработке материала ВЖЛ14. При одинаковых режимах резания инструменты производства фирм Seco, Tungaloy и Ceratizit показали одинаковую стойкость (20 мин), а инструмент производства фирмы Stellram – на 50% выше (30 мин).

Эффективность применения современного инструмента зависит от технологов инжиниринговых фирм, их профессионализма и опыта работы. Более крупные инжиниринговые фирмы за годы работы на рынке разработали множество различных технических решений, с помощью которых повышают свою конкурентоспособность. Но все же основной целью деятельности инжиниринговых фирм является “выигрыш” испытаний и возможность поставки партии инструмента на предприятие заказчика. Экономическое обоснование проведенного испытания необходимо для того чтобы показать преимущества одного инструмента над другим.

Возможность повышения эффективности деятельности промышленного предприятия в такой конкурентной борьбе не учитывается, т.е. промышленное предприятие является инструментом в противостоянии инжиниринговых фирм между собой, получая при этом незначительный эффект от их конкурентной борьбы.

Такие выводы можно сделать из того, что многие инжиниринговые фирмы при проведении испытаний, получив положительный результат по сравне-

нию с применяемым инструментом, останавливаются и не проводят дальнейшие испытания с целью определения оптимальных режимов резания. Крайне редко они занимаются исследованиями технических возможностей своего инструмента.

Внедряемый инструмент имеет значительный потенциал, и поэтому большая часть его технологических возможностей не используется. Например: при обработке стали 20Л резцом производства фирмы Tungaloy Cnmm 250924 tus T9125 на режимах резания  $V = 77$  м/мин;  $S = 1$  мм/об;  $t = 10$  мм, его стойкость составила 11 мин. При повторных испытаниях резца на скорости резания  $V = 66$  м/мин, его стойкость составила 36,75 мин, т.е. при уменьшении скорости резания на 16,6%, стойкость инструмента повысилась на 234%. Исходя из того, что стойкость резца изменяется в 14 раз ( $234/16,6$  %) быстрее скорости резания, можно сделать вывод, что данный резец был первоначально подобран не эффективно. Как показывает опыт внедрения инструмента, его стойкость должна в оптимальных условиях изменяться в среднем в 2 раза быстрее скорости резания. Если же это условие не выполняется, то инструмент был подобран не верно, и эффективность его применения может быть отрицательна за счет высокого перерасхода.

В качестве примера неэффективного внедрения инструмента можно привести результаты испытания резца производства фирмы Iscar. Так, для обработки канавки был подобран резец и установлены режимы резания. Однако после увеличения режимов резания изменение стойкости резца (по сравнению с изменением скорости резания) произошло на 250% вместо ожидаемых 100%, т.е. в дальнейшем, если предприятие решит увеличить производственные мощности всего на несколько процентов, то затраты на инструменты возрастут в разы. Проанализировав данные испытаний, инжиниринговой фирмы удалось подобрать такой инструмент, который обеспечил реализацию технического потенциала внедряемого инструмента на технологической операции. Как видно, решить данную проблему удалось за счет анализа потенциальных возможностей инструмента и стремления инжиниринговой фирмы повысить не собственную результативность, а эффективность работы заказчика. Положительный анализ удалось провести, применяя математические методы и обширный опыт проведения испытаний инструмента.

Для улучшения технологических процессов механической обработки необходимо изменить концепцию внедрения металлорежущего инструмента. Сейчас специалисты инжиниринговых фирм при проведении испытаний пытаются “выиграть” любой ценой у конкурента. При этом не уделяется должного внимания на проведение оптимизации процесса обработки и получения максимальной отдачи от внедряемого инструмента. Поэтому необходимо изменить представление о процессе проведения испытаний внедряемого инструмента.

Если инжиниринговая фирма хочет достичь успеха при внедрении, то она должна отказаться от борьбы с конкурентами и поставить задачу по обеспечению максимального результата. Этого можно достичь за счет использования инструмента с максимальной отдачей при эффективном выборе его геометрии и покрытия. Для этого необходимо больше уделять внимания исследованию тех-

нических характеристик инструмента и взаимосвязи между ними, а также динамике изменений технических характеристик. При исследовании работоспособности инструмента необходимо применять прогрессивные математические модели и методы анализа. Например, при определении условий уменьшения себестоимости обработки  $C$  можно использовать следующую аналитическую зависимость, в которой рассматриваются две изменяющиеся статьи затрат, связанные с заработной платой рабочего-станочника и расходом режущих инструментов [1, 2]:

$$C = N \cdot \tau_o \cdot S_1 \cdot k_D + N_1 \cdot Ц, \quad (1)$$

где  $N$  – количество обрабатываемых деталей;  $\tau_o$  – основное технологическое время обработки одной детали, час;  $S_1$  – тарифная ставка рабочего, грн/час;  $k_D$  – коэффициент, учитывающий всевозможные начисления на тарифную ставку рабочего;  $N_1$  – количество режущих инструментов, необходимое для обработки  $N$  деталей;  $Ц$  – цена режущего инструмента, грн.

С учетом соотношения  $N_1 = N \cdot \tau_o / T$  зависимость (1) принимает вид:

$$C = N \cdot \tau_o \cdot (S_1 \cdot k_D + Ц_1), \quad (2)$$

где  $T$  – стойкость режущего инструмента, час;  $Ц_1 = Ц / T$  – стоимость 1 часа работы режущего инструмента, грн/час.

Из зависимости (2) следует, что уменьшить себестоимости обработки  $C$  для заданного значения  $N$  можно уменьшением параметров  $\tau_o$ ,  $S_1$  и  $k_D$ . В зависимости от того, какая из величин:  $S_1 \cdot k_D$  или  $Ц_1$  будет преобладать, можно сделать вывод об ее удельном весе в общей себестоимости обработки. Так, произведение  $S_1 \cdot k_D$  можно рассматривать фактически постоянной величиной, а  $Ц_1$  – переменной, зависящей от многих технологических факторов и в первую очередь от параметров  $Ц$  и  $T$ . Очевидно, для современных зарубежных режущих инструментов параметры  $Ц$  и  $T$  будут больше, чем для отечественных инструментов. Однако, как показывает опыт использования зарубежных инструментов, отношение  $Ц_1 = Ц / T$  для них меньше, чем для отечественных, также как и меньше произведение  $S_1 \cdot k_D$ . Следовательно, удельный вес режущих инструментов в себестоимости обработки  $C$  меньше удельного веса затрат по заработной плате рабочего-станочника. Этим объясняется тот факт, что удельный вес режущих инструментов в себестоимости обработки  $C$  принимает весьма малые значения и может достигать 3%.

Таким образом, получив в результате анализа подробные сведения об инструменте, специалисты инжиниринговой фирмы способны подобрать максимально эффективную геометрию инструмента и режимы резания. С помощью этого подхода заказчик может получить максимальную отдачу от внедрения инструмента. По сравнению с традиционными подходами, когда потенциал инструмента используется не в полной мере, новый подход позволяет полностью использовать все затраты, связанные с приобретением инструмента, тем самым уменьшая себестоимость обработки.

Инжиниринговые фирмы, которые первыми будут использовать такой подход, смогут в значительной степени увеличить свою прибыль за счет использования максимального потенциала своей продукции.

Одним из примеров всестороннего анализа работоспособности инструмента является получение данных о том, как распределяется тепловая энергия в процессе резания [3, 4]. Как известно, только 3-4% всей тепловой энергии, образующейся в процессе резания, уходит в инструмент, около 10-12% – в заготовку, а основная часть энергии уходит в стружку.

Полученные данные можно использовать при расчете режимов резания как ограничивающий фактор. При определенных режимах резания можно расчетами установить, какое количество тепловой энергии уйдет в инструмент и способен ли он выдержать это количество тепловой энергии, оставаясь в рабочем состоянии. А так же определить количество теплоты, передаваемое в деталь, с целью недопущения образования в процессе резания прижогов и других температурных дефектов на обрабатываемых поверхностях.

Таким образом, определены условия эффективного применения режущих инструментов на машиностроительных предприятиях с учетом конкурентной борьбы инжиниринговых фирм, занимающихся внедрением в производство современных дорогостоящих зарубежных режущих инструментов различных фирм-производителей.

**Список литературы:** 1. Жовтобрюх В.А. Повышение эффективности механической обработки деталей гидравлических систем путем выбора рациональных параметров операций по критерию себестоимости: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.02.08 “Технология машиностроения” / В.А. Жовтобрюх. – Мариуполь, 2012. – 21 с. 2. Новіков Ф.В. Оцінка економічної ефективності технологічних процесів обробки деталей / Ф. В. Новіков, Ю. В. Шкурूपій // Економіка розвитку. Науковий журнал. – Х. : ХНЕУ, 2011. – №1(57). – С. 22-24. 3. Кленов О.С. Технологічне забезпечення бездефектної обробки деталей гідроапаратури на фінішних операціях: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 “Технологія машинобудування” / О.С. Кленов. – Одеса, 2011. – 21 с. 4. Новиков Ф.В. Теоретическое обоснование условий повышения эффективности высокоскоростной обработки / Ф.В. Новиков, О.С. Кленов // Вісник НТУ “ХПІ”. Серія: Технології в машинобудуванні. – Х.: НТУ “ХПІ”. – 2014. –№42 (1085). – С. 106–111.