

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ СТАНОЧНОГО ПАРКА ПРЕДПРИЯТИЯ

ШИРОКОМАСШТАБНАЯ РАБОТА ПО ПРОФИЛАКТИКЕ БРАКА В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ ТРЕБУЕТ ПОСТОЯННОГО СИСТЕМАТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ, СБОРА И УПОРЯДОЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ СТАНОЧНОГО ПАРКА. ЭТА ИНФОРМАЦИЯ НЕОБХОДИМА ДЛЯ СВОЕВРЕМЕННОГО ПРИНЯТИЯ МЕР ПО ПОДДЕРЖАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ НА УРОВНЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕМ ВЫПУСК ПРОДУКЦИИ С МИНИМАЛЬНЫМИ ПОТЕРЯМИ ОТ БРАКА. ИНЫМИ СЛОВАМИ, НЕОБХОДИМ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЙ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ БРАКА.

Действующими в настоящее время нормативными документами [1, 2] предусматривается проведение периодических проверок геометрической и технологической точности металлообрабатывающего оборудования в рамках планового технического обслуживания.

Эти проверки, если проводить их достаточно часто, можно бы в какой-то мере считать мониторингом. Но трудности, связанные с осуществлением указанных проверок, приводят к тому, что проводятся они эпизодически: по требованию заказчика продукции или в тех случаях, когда высокий уровень брака вызывает необходимость вывода станка в ремонт, в ходе которого и осуществляются необходимые проверки.

**Геометрическая точность** оборудования, в соответствии с указанными документами, должна проверяться по методикам, изложенным в ГОСТах «Нормы точности» для различных технологических групп оборудования. Предприятия, эксплуатирующие оборудование, в отличие от станкозаводов-производителей оборудования, как правило, не располагают ни персоналом, ни измерительной оснасткой, ни средствами измерений, позволяющими в полном объеме осуществить ГОСТовские проверки норм точности станков разнотипных технологических групп, входящих в состав станочного парка. Результатом является то, что **периодический контроль геометрической точности оборудования на предприятиях, за редким исключением, не проводится.**

**Технологическая точность** оборудования должна периодически контролироваться путём проверки точности обработки образца-изделия (ГОСТы «Нормы точности» для различных технологических групп оборудования [3]). Эти проверки, также как и проверки геометрических норм точности, требуют значительных затрат времени и, как правило, проводятся лишь эпизодически или вообще не проводятся. К сказанному следует добавить, что оценка технологической точности станка по результатам обработки всего лишь одного образца, как это предписано ГОСТами «Нормы точности», не дают достаточно полной картины: не учитываются случайные составляющие погрешностей обработки, отсутствует информация о возможных погрешностях обработки во всём «рабочем объеме» станка, соответствующем его технологическому назначению и типу-размеру.

Наряду с ГОСТовскими, трудно реализуемыми в реальном производстве и недостаточно информативными проверками технологической точности станков в последнее время получают распространение альтернативные методы. К ним можно отнести, например, методы оценки технического состояния станков путём контроля некоторых параметров, так или иначе влияющих на технологическую точность (уровень вибрации, температура отдельных узлов, отклонения перемещений узлов от заданных траекторий, погрешности кинематических цепей и др.). Указанные методы контроля технического состояния

станков требуют использования различных датчиков, не предусмотренных конструкцией станков, специального оборудования и программных средств, позволяющих интерпретировать результаты измерений, больших затрат времени, средств; наличия квалифицированных специалистов. Всё это делает проблематичным применение указанных методов для контроля технического состояния существующего в настоящее время станочного парка, в котором большинство станков не имеет встроенных датчиков (средств самодиагностики), и может быть экономически оправдано лишь для обследования отдельных единиц оборудования (к примеру, при закупке, выводе в ремонт или после ремонта и т. п.). Даже в тех случаях, когда мы имеем дело со станками, оснащёнными встроенными средствами самодиагностики, контроль указанных параметров не может заменить непосредственного мониторинга технологической точности станков в процессе их эксплуатации.

Предлагаемые рынком системы мониторинга работы станков с ЧПУ практически не связаны с мониторингом технологической точности станков (фиксируются режимы работы оборудования, загрузка, простои и их причины и т. п.). В качестве примера можно привести [4] такие системы, как Omative ACM (компания Omative Systems, Израиль), «Интента» (немецкий концерн Siemens), «Диспетчер» (ИЦ «Станокосервис», Россия) и др.

Рекомендуемые в настоящее время методы статистической оценки технологической точности станков, например [5], основаны на анализе параметров распределения результатов измерений партий изготовленных в процессе испытаний деталей при выполнении определённых условий (требования к средствам измерений, к материалу деталей-образцов, к отсутствию процессов износа в период проведения испытаний и др.). Т. о., указанные методы статистической оценки технологической точности, требующие больших затрат времени, приемлемы лишь при приёмочных испытаниях станков заказчиком (обрабатывается партия одинаковых деталей и производится статистический анализ результатов измерений). Для мониторинга технологической точности группы станков в условиях реального производства (без остановки станков для проведения исследований) рекомендуемые методы статистической оценки неприемлемы.

**Подведём итог сказанному: существующие в настоящее время методы контроля не позволяют осуществлять мониторинг технологической точности станочного парка предприятия.**

**Предлагаемый в настоящей статье малозатратный метод статистического мониторинга позволяет осуществлять контроль технологической точности станков непосредственно в процессе выполнения ими производственной программы по обработке всей номенклатуры деталей независимо от серийности производства.**

**Предлагаемый метод позволяет:**

- исключить (снизить) потери от брака за счёт постоянного контроля (мониторинга) технологической точности станка во всём диапазоне номинальных размеров и качеств точности деталей, обрабатываемых на каждом станке;
- своевременно (не дожидаясь появления брака) принимать необходимые меры для восстановления точности станка;
- прогнозировать во времени достижение станком критического состояния по тому или иному точностному параметру, что даёт возможность планирования ремонтов оборудования «по техническому состоянию»;
- осуществлять постоянный контроль технологической точности всего парка оборудования, включённого в систему статистического мониторинга;
- сократить затраты времени и средств на обеспечение технологической точности оборудования.

**При этом не требуется:**

- оснащать станки датчиками, не предусмотренными конструкцией;
- использовать дополнительное оборудование (измерительная оснастка, средства измерений и др.);
- выводить станок из производства для проверок норм точности и (или) проведения специальных испытаний на технологическую точность;
- привлекать дополнительных высококвалифицированных специалистов для осуществления контроля (измерений) и интерпретации полученных результатов.

**Для реализации предлагаемого метода необходимо лишь наличие:**

- персонального компьютера (планшета) у работника ОТК, осуществляющего измерения обрабатываемых на станке деталей;
- соответствующего программного обеспечения (в т. ч. стандартных программ статистической обработки результатов измерений);
- стандарта предприятия, которым определяются процедуры ввода данных и вывода результатов статистической обработки результатов измерений, принятия решений и организации работ в соответствии с результатами мониторинга.

Концепция разработана НП «Корпорация «МИР» (отделением по модернизации и ремонту Российской ассоциации «Станкоинструмент»).

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ СТАНКОВ**

Требования к точности каждой обрабатываемой на станке детали определяются допустимыми значениями (технологическими допусками) той или иной группы параметров.

Точностные параметры обрабатываемых деталей, на которые устанавливаются допуски (далее «нормируемые параметры»), а также величины и характер допусков, указываются в чертежах.

Величины и характер допусков на отдельные параметры, как правило, определяются ГОСТами в соответствии с номинальными значениями измеряемых параметров, посадками и степенями (качествами) точности.

Под «характером» допуска в данном случае понимается характер расположения поля допуска  $\delta$  относительно номинала. Группа нормируемых параметров обрабатываемой детали определяется действующими ГОСТами в соответствии с технологическим назначением станка, на котором деталь обрабаты-

**Таблица 1.**  
Нормируемые параметры (П<sub>и</sub>) деталей, обрабатываемых на токарных станках.

i	Нормируемые параметры (П <sub>и</sub> )	ГОСТ
1	Плоскостность торцевой поверхности	ГОСТ 24643-81
2	Конусность цилиндрической поверхности	ГОСТ 24643-81
3	Овальность цилиндрической поверхности	ГОСТ 24643-81
4	Погрешность профиля продольного сечения цилиндрической поверхности	ГОСТ 24643-81
5	Погрешности диаметра	ГОСТ 25347-82; ГОСТ 25346-2013
6	Погрешности линейных размеров	ГОСТ 25347-82

вается. Именно эти параметры контролируются при проверках станка на технологическую точность по результатам обработки деталей-образцов.

В качестве примера в *таблице 1* показаны нормируемые параметры деталей-образцов, обрабатываемых на токарных станках (в том числе с ЧПУ) при испытаниях на технологическую точность в соответствии с действующими ГОСТами (допуски указываются в чертежах ГОСТовских деталей-образцов). В реальном производстве допуски на указанные нормируемые параметры приводятся в чертежах деталей.

Точность обработки или технологическая точность станка оценивается степенью соответствия полей рассеяния фактических значений нормируемых параметров обработанной детали заданным полям допусков.

**Фактическим значением того или иного параметра обработанной детали будем считать результат измерения (РИ) этого параметра методами и средствами, применяемыми на предприятии для контроля годности деталей.**

Строго говоря, результат измерения (РИ) включает в себя погрешность обработки (ПО) и погрешность измерения (ПИ). РИ может выходить за границы поля допуска. В этом случае деталь считается негодной (фиксируется брак).

В предлагаемой методике погрешность измерения не принимается во внимание исходя из следующих соображений:

- статистический мониторинг технологической точности оборудования осуществляется на достаточно квалифицированном предприятии, на котором выбор средств измерений и их поверка осуществляются в соответствии с действующими стандартами и методическими указаниями (например, ГОСТ 8.051-81; РД 50-98-86; ПР 50.2.006-94; ГОСТ 8.513-84);
- контроль годности деталей, обработанных на конкретном станке, осуществляется с помощью одних и тех же средств измерений в одинаковых условиях;
- результатом измерения (РИ) считается зафиксированная при измерении величина отклонения от номинала;
- фиксация брака (отбраковка) осуществляется в том случае, если РИ выходит за границы поля допуска.

Принимая во внимание то, что параметры распределений погрешностей измерения при одинаковых номинальных размерах с одинаковыми полями допусков являются постоянными во времени (измерения проводятся одним и тем же средством измерения в постоянных условиях), можно считать, что изменения во времени параметров распределений результатов измерений могут быть вызваны только изменениями во времени погрешностей обработки, т. е. изменениями во времени технологической точности (технического состояния) станка. Источниками погрешностей обработки могут быть факторы как систематического характера (износ отдельных элементов,

потеря жёсткости в стыках, рассогласование приводов, непрямолинейность перемещения подвижных узлов, нарушение взаимного расположения узлов, люфты, биения вращающихся элементов, ошибка настройки технологического процесса и т. п.), так и случайного характера.

**С учётом сказанного, можно считать, что характеристиками технологической точности станка в тот или иной отрезок времени могут служить параметры распределений отклонений результатов измерений (РИ) от середины полей допусков измеряемых параметров, определённые по некоторой выборке, соответствующей данному отрезку времени.**

Предлагаемый метод статистического мониторинга позволяет отслеживать изменения параметров указанных распределений во времени с целью своевременного принятия мер по уменьшению (устранению) причин, вызывающих погрешности обработки, не дожидаясь достижения станком состояния, при котором обработанные детали будут забракованы.

Станок должен обеспечить такую точность обработки, при которой вероятность выхода РИ того или иного нормируемого параметра обработанного изделия за границу заданного для этого параметра поля допуска достаточна мала. В машиностроении принято считать допустимой вероятностью выхода за пределы поля допуска  $q \leq 0,0027$ .

Иными словами, станок должен обеспечить требуемую точность обработки по любому нормируемому параметру  $\Pi_i$  с вероятностью  $P \geq 0,9973$ .

Введём обозначения:

**ИД** – интервал допуска (по ГОСТ 25347-2013 вместо термина «поле допуска» используется термин «интервал допуска»);

**i** – порядковый номер точностного параметра, например, в соответствии с таблицей 1;

**j** – порядковый номер измерения  $i$ -го параметра;

**X<sub>ij</sub>** – результат  $j$ -го измерения  $i$ -го параметра (отклонение фактического значения параметра  $\Pi_i$  от номинала в мкм или других единицах со знаком);

**ВГ<sub>i</sub>** – верхняя граница интервала допуска параметра  $\Pi_i$ , **верхней границей интервала допуска будем считать границу, имеющую большее абсолютное значение;**

**НГ<sub>i</sub>** – нижняя граница интервала допуска параметра  $\Pi_i$ , **нижней границей интервала допуска будем считать границу, имеющую меньшее абсолютное значение;**

**ИД<sub>i</sub>** – абсолютное значение величины интервала допуска  $i$ -го параметра;

(1) **ИД<sub>i</sub> = |ВГ<sub>i</sub> - НГ<sub>i</sub>|** **СИД<sub>i</sub>** – отклонение середины интервала допуска параметра  $\Pi_i$  от номинального размера;

(2) **СИД<sub>i</sub> = 0,5 (ВГ<sub>i</sub> - НГ<sub>i</sub>) + НГ<sub>i</sub>**

**Y<sub>ij</sub>** – отклонение результата  $j$ -го измерения  $i$ -го параметра от середины интервала допуска;

(3) **Y<sub>ij</sub> = X<sub>ij</sub> - СИД<sub>i</sub>**

**S<sub>y ij</sub>** – выборочное среднеквадратическое отклонение распределения  $Y_{ij}$ , рассматривается как результат воздействия факторов, имеющих случайный характер.

**Ē<sub>y ij</sub>** – выборочное среднее распределения  $Y_{ij}$ , рассматривается как характеристика погрешностей, вызванных систематически действующими факторами.

Как правило, настройка станка осуществляется таким образом, чтобы ожидаемое фактическое значение того или иного параметра (результат измерения) соответствовало середине интервала допуска. При обработке партии деталей величины  $Y_{ij}$ , полученные в результате измерений, образуют некоторое

распределение с параметрами  $\bar{E}_{y ij}$  и  $S_{y ij}$ . Принимая во внимание, что наиболее распространённым в машиностроении распределением случайных величин является нормальное распределение (этому распределению следуют погрешности измерения, линейные и угловые размеры и др.), полагаем, что распределение величины  $Y_{ij}$  подчиняется нормальному закону. При этом, если выборочное среднее распределения  $Y_{ij}$  будет совпадать с серединой интервала допуска ( $\bar{E}_{y ij} = 0$ ), а интервал, равный  $6 S_{y ij}$ , не будет превышать интервал допуска ( $6 S_{y ij} \leq \text{ИД}_{ij}$ ), деталь будет признана годной с вероятностью  $P \geq 0,9973$  (вероятность брака  $q \leq 0,0027$ ). В общем случае (при  $\bar{E}_{y ij} \neq 0$ ) для того, чтобы при  $j$ -ом измерении параметра  $\Pi_i$  с вероятностью  $P \geq 0,9973$  деталь была признана годной, необходимо выполнение следующего условия:

(4)  $3 S_{y ij} + |\bar{E}_{y ij}| \leq 0,5 \text{ ИД}_i$ , где  $|\bar{E}_{y ij}|$  – абсолютная величина  $\bar{E}_{y ij}$ .

Для количественной оценки технологической точности станка по параметру  $\Pi_i$  (способности станка производить детали, признаваемые годными по результатам измерений параметра  $\Pi_i$ ) может быть использован «коэффициент технологической точности»  $K_{t.i}$ .

**5**  $K_{t.i} = 3 S_{y ij} + |\bar{E}_{y ij}| / 0,5 \text{ ИД}_i$ , где  $K_{t.i}$  – коэффициент технологической точности станка по параметру  $\Pi_i$  для интервала допуска  $\text{ИД}_i$ .

**Станок считается годным для обработки детали с требуемой точностью по параметру  $\Pi_i$  при  $K_{t.i} \leq 1,0$ .**

Это условие должно выполняться для всех нормируемых параметров и интервалов допусков, по которым производится изготовление (измерение) деталей, обработанных на станке.

Чем меньше значение  $K_{t.i}$ , тем больше «запас точности». При  $K_{t.i} > 1,0$  вероятность брака превысит  $q = 0,0027$  и будет повышаться по мере увеличения значения  $K_{t.i}$ . Очевидно, что численные значения коэффициента  $K_{t.i}$  могут изменяться (увеличиваться) во времени под воздействием износа, ослабления креплений и других факторов, связанных с эксплуатацией. Отслеживая эти изменения, можно определить момент времени, когда значение того или иного  $K_{t.i}$  достигнет некоторого установленного предельно допустимого значения, например  $K_{t.i} = 0,95$ , после чего необходимо **заблаговременно (не дожидаясь критического значения  $K_{t.i} \geq 1,0$ ) принять меры по выявлению и устранению причин, вызывающих потерю точности.**

Таким образом, критерием оценки целесообразности дальнейшей (после определения значения  $K_{t.i}$ ) эксплуатации станка для обработки деталей с интервалом (полем) допуска  $\text{ИД}_i$  может являться выполнение условия:

(6)  **$K_{t.i} \leq 0,95$ .**

Как видно из (5),  $K_{t.i}$  может принимать различные значения в зависимости от величин  $S_{y ij}$ ,  $\bar{E}_{y ij}$  и  $\text{ИД}_i$ .

Приближение значения  $K_{t.i}$  к критическому свидетельствует о том, что станок требует ремонта (подналадки) или может быть использован только для выполнения менее точных работ (с большими интервалами допусков  $\text{ИД}_i$ ).

**Допустимые отклонения (интервалы допусков), указанные в чертеже, выбираются в соответствии с таблицами ГОСТ, в которых заданы интервалы допусков для различных интервалов номинальных размеров, квалитетов (степеней точности).**

Таким образом, каждый допуск, заданный чертежом для какого-либо конкретного номинального размера, может быть

соотнесён с одной из ячеек соответствующих ГОСТовских таблиц значений интервалов допусков.

Строго говоря, значение  $Kt.i$  должно определяться для каждого интервала номинальных размеров, качества точности и интервала допуска, заданных ГОСТом. В этом случае выражения (4), (5), (6) принимают вид:

$$(7) \ 3 \ S \ y \ ij \ klm + |E \ y \ ij \ klm| \leq 0,5 \text{ ИД } i \ klm;$$

$$(8) \ K \ t.i \ klm = (3 \ S \ y \ ij \ klm + |E \ y \ ij \ klm|) / 0,5 \text{ ИД } i \ klm;$$

(9)  $Kt.i \ klm \leq 0,95$ , где  $k$  – интервал значений номинальных размеров в соответствии с ГОСТ, которому соответствует заданный чертежом номинальный размер;

$I$  – качество точности по ГОСТ, которому соответствует заданные чертежом интервал допуска и номинальный размер;

$m$  – интервал допуска по ГОСТ для соответствующего интервала номинальных значений и качества точности, равный заданному чертежом интервалу допуска;

$ИДi \ klm$  – интервал допуска  $i$ -го параметра по ГОСТ для  $k$ -го интервала номинальных размеров и  $m$ -го качества точности;

$Kt.i \ klm$  – коэффициент технологической точности по  $i$ -му параметру для  $k$ -го интервала номинальных размеров,  $I$ -го качества точности и  $m$ -го интервала допуска, заданных соответствующим ГОСТ;

$j \ klm$  – порядковый № измерения  $i$ -го параметра в интервале номинальных размеров  $k$ , качестве точности  $I$  и интервале допуска  $m$ .

**В соответствии с компьютерной программой, для каждого измерения определяются и сохраняются в памяти значения  $k$ , ИДi, СИДi,  $m$ ,  $j \ klm$ ,  $Yij \ klm$ .**

По достижении  $j \ klm = N$  (рекомендуемый объём выборки  $N \geq 50$ ) определяются параметры распределений  $Sy \ ijkm$ ,  $Ey \ ijkm$  и значения коэффициентов технологической точности  $Kt. ikm$ .

Полученные результаты представляются в виде таблиц, анализ которых программными средствами позволяет:

- определить «критическое» состояние станка, требующее ремонта ( $Kt.i \ klm \geq 0,95$ );
- определить наиболее «критичные» для станка (с точки зрения обеспечения требуемой точности) нормируемые параметры, интервалы номинальных размеров и качества точности;
- прогнозировать (по времени или по количеству обработанных деталей) достижение станком «критического» состояния по тем или иным нормируемым параметрам;
- заблаговременно определить узлы и системы станка, требующие ремонта.

Наибольший эффект статистический мониторинг технологической точности станков может дать при комплексном системном подходе к проблеме модернизации и обеспечения работоспособности станочного парка предприятия [6].

Системный подход требует наличия большого объёма информации, которая может быть получена путём [7]:

- статистического мониторинга технологической точности оборудования;
- оперативной экспертной оценки технического состояния каждой единицы оборудования и станочного парка предприятия в целом (ОТС) [7], по результатам которой определяется экономически и технически целесообразное рекомендуемое продолжение «жизненного цикла» каждого станка (продолжение эксплуатации, рекомендуемый вид ремонта или модернизации, утилизация);
- определения ориентировочной стоимости рекомендуемого вида ремонта (модернизации) каждой единицы оборудования и станочного парка в целом [7];

- определения ориентировочной стоимости технического обслуживания каждой единицы оборудования и станочного парка в целом [7];

Аккумуляция, хранение, актуализацию, обработку большого объёма указанной информации целесообразно осуществлять в рамках «электронной паспортизации» станочного парка [7], которая позволяет с минимальными затратами времени и средств разрабатывать оптимальную (максимальный эффект при заданных объёмах финансирования) программу модернизации станочного парка предприятия, в т. ч. планы закупки, ремонтов, техобслуживания оборудования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый метод статистического мониторинга технологической точности станков не исключает применения, в тех случаях, когда это возможно и необходимо (например, по требованию заказчика), методов контроля технологической точности в соответствии с требованиями упомянутых выше государственных стандартов.

Особенностью и достоинством предлагаемого метода является возможность, благодаря использованию ИТ-технологий, осуществлять с минимальными затратами единовременный мониторинг технологической точности больших групп оборудования, что, в свою очередь, позволяет вести постоянную эффективную работу по управлению жизненным циклом станочного парка предприятия, исключая (снижая) при этом потери от брака и простоев оборудования по причине периодических проверок норм точности, периодического контроля технологической точности, внеплановых ремонтов.

Перечень оборудования, включённого в программу статистического мониторинга технологической точности станков, а также перечень деталей и их точностных параметров, по которым проводится статистический мониторинг, определяются предприятием.

Целью настоящей публикации является ознакомление работников промышленных предприятий с методическими разработками отделения по модернизации и ремонту оборудования Российской ассоциации «Станкоинструмент» и внедрение этих разработок.

*Л. П. Толстых, председатель Совета  
НП «Корпорация «МиР», к. т. н.*

*С. М. Гора, президент НП «Корпорация «МиР».*

*Н. К. Медведев, вице-президент НП «Корпорация «МиР».*

*В. К. Медведев, исполнительный директор  
НП «Корпорация «МиР».*

## ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 15.601-98 «Техническое обслуживание и ремонт техники. Основные положения».
2. «Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования». Москва «Машиностроение» 1988 г.
3. ГОСТ 30527-97. «Станки металлорежущие. Методы проверки точности обработки образца-изделия».
4. «Сравнение систем мониторинга работы промышленного оборудования» [http:// www.promreg.ru](http://www.promreg.ru)
5. ГОСТ Р ИСО 22514-3-2013 «Статистические методы управления процессами».
6. Л. П. Толстых. «Региональная программа модернизации парка металлообрабатывающего оборудования (станочного парка) машиностроительных предприятий». «Станочный парк», № 12 за 2012 г.
7. Система стандартов СТИ-МиР. [http:// www.stanko-remont.ru](http://www.stanko-remont.ru)