

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

Московское

ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового
Красного Знамени высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

РЯЗАНОВ Владимир Иванович

УДК 621.941

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПОСОБА ТОКАРНОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ, ВРАЩАЮЩИХСЯ НА ДВУХ
ОПОРНЫХ РОЛИКАХ

Специальность 05.02.08 – технология машиностроения
05.03.01 – процессы механической и физико-химической
обработки, станки и инструмент

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва

1989

Работа выполнена в Белгородском технологическом институте
строительных материалов имени И.А.Гришманова

Научный руководитель – кандидат технических наук,
доцент ПОГОНИН А.А.

Официальные оппоненты – Тимофеев Юрий Викторович
д.т.н., профессор
Бакланов Александр Георгиевич

Ведущее

Заведующий
дании с
шем тех
2-ая Ба
С
Н.Э.Бауман
Ва
печатью

г. на засе-
ковском выс-
107005, Москва,

МВТУ имени

аверенный

М 489904

89 г.

Ученый
специализированного совета
К.Т.Н., доцент

Р.К. Мещеряков

Р.К. Мещеряков

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1489904

Рязанов В.И. Исследования

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность темы. Крупногабаритные детали, вращающиеся на двух опорных роликах, наиболее широко распространены в цементной, химической, огнеупорной, металлургической и других отраслях промышленности, занимающихся переработкой полезных ископаемых. От надежности и эффективности работы оборудования данных отраслей зависит решение многих народно-хозяйственных проблем.

Так, для миллионов людей одна из животрепещущих социальных проблем - жилищная. На XXVII съезде КПСС, последующих пленумах ЦК партии взят курс на её ускоренное решение: поставлена задача к 2000 году обеспечить каждую семью отдельной квартирой или индивидуальным домом. Осуществление намеченной программы предусматривает увеличение объемов жилищного и культурно-бытового строительства, а, следовательно, и увеличение выпуска строительных материалов. Одним из основных строительных материалов является цемент. Его производство к концу XII пятилетки должно достигнуть 140-142 млн. тонн; будет возрастать его производство и в дальнейшем. Но если на многих предприятиях цементной промышленности карьерное, дробильное и помольное оборудование имеет значительные резервы мощности, то обжиговое оборудование таких резервов не имеет. Поэтому оно будет являться сдерживающим фактором в увеличении выпуска продукции.

Увеличение выпуска продукции на обжиговом оборудовании возможно за счет интенсификации его работы. До последнего времени вышедшие из строя детали опорных узлов вращающихся печей демонтировались, а на их место устанавливались новые. Данное направление восстановления работоспособности агрегата экономически нецелесообразно ввиду значительных трудоемкости монтажных работ и стоимости деталей, а также необходимости его остановки. В настоящее время значительный интерес представляет возможность механической обработки бандажей и опорных роликов без их демонтажа с печи, что позволяет в 1,5-2 раза увеличить срок службы этих деталей и повысить производительность агрегата на 5-6%.

Попытки восстановления искаженной формы бандажей и опорных роликов в условиях их эксплуатации предпринимались неоднократно. Однако, положительные результаты, в большинстве случаев, достигнуты не были. Это объясняется тем, что теоретическое обоснование способа обработки подобных деталей не отвечает предъявляемым требованиям с точки зрения обеспечения необходимой точности вос-

10066874

становления формы и безопасных условий при эксплуатации оборудования. Поэтому решение вопроса обработки с необходимой точностью крупногабаритных вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности двух опорных роликов является актуальной проблемой.

Целью исследований является разработка способа, обеспечивающего восстановление с обуславливаемой требованиями эксплуатации агрегата точностью формы деталей, вращающихся на двух опорных роликах.

Методы исследований. Экспериментальные исследования при разработке вышеуказанного способа осуществляли посредством реализации общей и частных методик проведения теоретических и экспериментальных исследований. При проведении эксперимента использовались специальное оборудование и приспособления, современные контрольно-измерительные приборы.

В исследованиях использовались научные основы теории резания, математической статистики, планирования эксперимента, а также принцип максимума Нонна-Риана.

Экспериментальные исследования производились в лабораторных и производственных условиях. В лабораторных условиях произведены эксперименты по исследованию точности обработки крупногабаритных вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах в случае наличия полной информации о форме обрабатываемых деталей, а также эксперименты по определению влияния прерывистости резания на стойкость режущего инструмента. В производственных условиях произведены эксперименты по исследованию точности обработки вышеуказанных деталей при наличии неполной информации (обиеение контура обрабатываемой детали в плоскости резания) о форме детали, а также эксперименты по определению влияния геометрических (углы заточки режущей части инструмента - γ ; α ; λ ; φ) и технологических (скорость v и глубина t резания, а также подача S) факторов процесса обработки на стойкость режущего инструмента.

Полученные экспериментальные данные прошли обработку на ЭВМ "Электроника К-1-10" и АРМ. Результаты представлены в виде математических моделей.

Научная новизна. В работе теоретически установлена возможность обработки с необходимой точностью крупногабаритных вращаю-

щихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах. Предложена и теоретически обоснована математическая модель процесса обработки деталей при вышеуказанном способе базирования. Установлено существование критической величины коэффициента глубины резания и предложена зависимость для определения числа рабочих ходов, обеспечивающих требуемую точность обработки.

На основании проведенных экспериментальных исследований стойкости режущего инструмента установлена возможность обработки с необходимой точностью поверхностей катания бандажей и опорных роликов без их демонтажа с вращающейся печи. Полученная в результате эксперимента математическая модель устанавливает зависимость стойкости режущего инструмента от геометрических и технологических факторов процесса обработки деталей, а также от прерывистости резания.

Экспериментально установлено влияние на точность обработки крупногабаритных вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах взаимодействия коэффициента глубины резания и величины ограничения глубины резания.

Практическая ценность. По результатам выполненной работы разработана общая методика обработки с необходимой точностью крупногабаритных вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах. Для реализации предлагаемого способа обработки деталей разработана принципиально новая конструкция приставного станка, защищенная двумя авторскими свидетельствами СССР.

Разработанные, на основании проведенных экспериментальных исследований, математические модели процесса обработки позволяют обеспечить требуемую точность восстановления формы за счет назначения оптимального значения коэффициента глубины резания и необходимую величину периода стойкости режущего инструмента при различных режимах резания за счет выбора оптимальных значений геометрических факторов. Использование полученных стойкостных зависимостей позволяет получить период стойкости режущего инструмента равный 526 минутам, что почти в 2 раза выше значения, получаемого при назначении углов заточки режущего инструмента по справочным данным. Это обеспечивает необходимую точность обработ-

ки поверхностей катания деталей и безопасные условия при обслуживании станка.

По результатам выполненной работы проведена обработка бандажей и опорных роликов без их демонтажа с вращающейся печи на Карачаево-Черкесском, Старо-Оскольском и Разданском цементных заводах. Экономический эффект от восстановления работоспособности опорных узлов на вышеуказанных заводах составил 226,043 тысяч рублей. Харьковским заводом агрегатных станков выпущена опытно-промышленная серия приставных станков. Станки переданы на Брянский, Себряковский, Топкинский, Навойский и другие цементные заводы.

Апробация работы и публикации. По результатам работы опубликовано 5 печатных работ и получено 3 авторских свидетельства, список которых приведен в конце автореферата.

Основные научные положения работы доложены на:

- конференции молодых ученых и специалистов "Молодые ученые отрасли строительных материалов и строительству", Белгород, 1983г.
- всесоюзной конференции "Ускорение научно-технического прогресса в промышленности строительных материалов и строительной индустрии", Белгород, 1987г.
- научно-практической конференции "Практика, проблемы разработки и внедрение ресурсосберегающих технологий", Липецк, 1987г.
- неоднократно на научных чтениях, научно-технических конференциях и семинарах в Белгородском технологическом институте строительных материалов имени И.А.Гришманова.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и выводов, содержание которых изложено на 128 страницах машинописного текста, содержит 16 рисунков, 15 таблиц, список литературы из 113 наименований и приложения.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении на основе документов Коммунистической партии и Советского правительства обоснована актуальность темы, дана общая характеристика работы, выбрана цель исследований и сформулированы следующие задачи:

- теоретическое обоснование возможности обеспечения точности обработки при расположении режущего инструмента между опорными роликами;

-разработка методики, обеспечивающей требуемую точность восстановления формы при обработке деталей, вращающихся на двух опорных роликах;

-экспериментальное исследование процесса формообразования деталей при их обработке согласно разработанной методике;

-разработка устройства для реализации предлагаемой методики обработки деталей, вращающихся на двух опорных роликах;

-экспериментальное исследование стойкости режущего инструмента при обработке бандажей и опорных роликов без их демонтажа с вращающейся печи в зависимости от геометрических и технологических факторов процесса обработки, а также от прерывистости резания.

Первая глава посвящена литературному обзору работ по обработке вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах, обзору работ по исследованию стойкости режущего инструмента, а также анализу практического использования устройства для осуществления обработки подобных деталей на ведущих предприятиях отрасли строительных материалов. Показано, что предпринимались неоднократные попытки восстановления искаженной формы крупногабаритных вращающихся деталей без их демонтажа с работающего агрегата.

Установлено, что в большинстве случаев положительные результаты при обработке деталей достигнуты не были. Конструкции применяемых устройств не отвечают требованиям точности и качества обработки, а также требованиям обеспечения безопасных условий при их эксплуатации. Период стойкости режущего инструмента не обеспечивает завершения полного рабочего хода. Вопросы обеспечения точности обработки крупногабаритных вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах находятся в стадии разработки.

Анализ проведенных исследований процесса восстановления формы бандажей и опорных роликов вращающихся печей позволил установить, что обеспечение необходимой точности обработки деталей возможно на основе дальнейшего изучения закономерностей процесса формообразования поверхностей и определения условий резания, обеспечивающих величину периода стойкости режущего инструмента, необходимую для завершения полного рабочего хода.

Во второй главе изложено теоретическое обоснование способа механической обработки крупногабаритных вращающихся деталей при

их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах. Обоснована необходимость математического моделирования процесса обработки деталей для исследования явлений формообразования поверхностей.

Учитывая обстоятельство, что поверхность детали постоянно изменяет положение относительно режущего инструмента, обосновано решение использования принципа максимума Понтрягина для математического описания процесса механической обработки деталей.

На основании анализа процесса формообразования поверхностей обрабатываемой детали сформировано исходное дифференциальное уравнение, описывающее рассматриваемый процесс механической обработки крупногабаритных вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах:

$$u = p_1 \frac{d\Delta S_1}{d\gamma} + p_2 \frac{d\Delta S_2}{d\gamma},$$

где u — перемещение контура детали в плоскости резания;
 ΔS_1 и ΔS_2 — изменение длин дуг контура детали, соприкасающихся, соответственно, с первым и вторым опорными роликами при повороте детали на угол " γ ";

p_1 и p_2 — коэффициенты, учитывающие влияние размеров дефектов контура детали в точках его контакта, соответственно, с первым и вторым опорными роликами на его перемещение в плоскости резания.

Получены четыре варианта зависимостей, позволяющих моделировать вращение детали на опорных роликах и определять длину дуги контура " ΔS " между контрольными точками при повороте детали на угол " γ ".

В качестве числовой характеристики, показывающей отклонение действительной формы контура детали от правильной окружности выбран критерий круглости:

$$K_{кр} = \sum_{1 \leq i \leq n} (\tilde{\Delta S}_i - \Delta S_i)^2,$$

где $\Delta \tilde{S}_i$ -длина i -ой дуги "вписанной" в контур бандажа окружности, характеризуемой углом " γ ";

ΔS_i -длина i -ой дуги действительной формы контура детали, характеризуемая этим же углом.

При помощи принципа максимума Понтрягина показано, что критерий круглости будет стремиться к нулю (т.е. форма контура детали будет стремиться к окружности), если при повороте на угол " γ " обеспечивается оптимальное перемещение контура детали в плоскости резания, т.е.

$$\Delta S = \frac{1}{p_1} u_{1opt} \gamma + \frac{1}{p_2} u_{2opt} \gamma,$$

где u_{1opt} -перемещение контура детали в плоскости резания, обеспечиваемое за счет съема слоя материала оптимальной толщины при наличии дефекта на поверхности детали в точке её касания с первым опорным роликом;

u_{2opt} -перемещение контура детали в плоскости резания, обеспечиваемое за счет съема слоя материала оптимальной толщины при наличии дефекта на поверхности детали в точке её касания со вторым опорным роликом.

Установлено, что перемещение контура детали в плоскости резания будет оптимальным, если глубина резания при восстановительной обработке назначается при помощи коэффициента, определяемого по зависимости

$$K \leq 1 - \frac{(p_1 H_1 + p_2 H_2)_{\max} + (p_1 H_1^* + p_2 H_2^*)}{H_{\max}},$$

где H_1 и H_2 -величины дефектов контура детали в точках контакта, соответственно, с первым и вторым опорными роликами;

H_1^* и H_2^* -величины дефектов контура детали в точках контакта, соответственно, с первым и вторым роликами при прохождении максимального дефекта $H_{\max}$ в плоскости резания.

В третьей главе представлено экспериментальное обоснование способа обработки крупногабаритных вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах. Предполагая, что улучшение формы деталей может быть достигнуто посредством их механической обработки без наличия полной информа-

ции о форме контура, принято решение использовать в качестве исходного параметра значения биения поверхности детали в плоскости резания. С целью проверки данной гипотезы произведено математическое моделирование процесса обработки, для чего составлена рабочая программа на языке "Фортран". Моделирование процесса обработки производилось на комплексе ЭВМ АРМ. Глубина резания, в данном случае, определяется алгоритмом вида:

$$t = f(H_{max}) = K \cdot \delta_{max},$$

где δ_{max} — максимальное биение контура детали в плоскости резания;

K — коэффициент глубины резания.

Установлено, что точность восстановления искаженной формы деталей при их механической обработке зависит от соотношения величин коэффициента глубины резания и ограничения глубины резания. Подтверждено, что превышение критической величины коэффициента глубины резания ведет к неустойчивости процесса формообразования поверхностей и дополнительному искажению исходной формы детали.

Определена методика восстановления искаженной формы крупногабаритных вращающихся деталей при их базировании по обрабатываемой поверхности на два опорных ролика в условиях эксплуатации. При физическом моделировании и промышленном эксперименте подтверждены результаты математического моделирования процесса обработки деталей.

Четвертая глава посвящена экспериментальному исследованию стойкости режущего инструмента при обработке с малыми скоростями резания крупногабаритных вращающихся деталей. Изложена общая методика проведения комплексных исследований, даны описания методов и средств проведения экспериментов. Приведены основные методы обработки и анализа экспериментальных данных. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных (Белгородский технологический институт строительных материалов им. И.А. Гришманова) и производственных (Карачаево-Черкесский, Старо-Оскольский, Разданский и Навоийский цементные заводы) условиях. Лабораторные исследования проведены на заготовках, выполненных в виде ступенчатых валиков, из стали 45Л. Производственные испытания проводились на бандажах и опорных роликах вращающихся печей Ø 5х185

метров. Для осуществления обработки деталей в условиях эксплуатации разработан и изготовлен специальный приставной станок, конструкция которого защищена двумя авторскими свидетельствами СССР.

При проведении экспериментов в качестве основного показателя характеризующего стойкость инструмента, была принята величина линейного износа резца по задней поверхности. Для определения величины износа использовались инструментальные микроскопы ММИ-2 МОП-5 и бинокулярный стереоскопический микроскоп МЕС-9. Время работы режущего инструмента до достижения критической величины износа определялось при помощи электронных часов "Электроника-5".

Произведен экспериментальный выбор марки материала режущей части инструмента. Исследовано влияние геометрических (углы γ , α , λ и φ), технологических (λ , S и t) факторов процесса обработки и прерывистости резания на стойкость инструмента. Получены математические модели вида:

$$T = 1,56776 \cdot 10^{-9} (\gamma + 10)^{1,12275 - 0,20477 \lg(\lambda + 20) - 0,71701 \lg(\gamma + 10)} \alpha^{0,31927} \cdot \alpha^{-0,1745 \lg \alpha} (\lambda + 20)^{0,15981 - 0,78718 \lg \varphi - 0,682 \lg(\lambda + 20)} \varphi^{11,52693 - 3,39218 \lg \varphi}$$

$$T = 404,902 S^{1,71459 - 2,50114 \lg S} t^{-0,14281}$$

$$T = 257,099 t_{рез}^{(3,49506 - 4,77989 \lg t_{ок}) \cdot 10^{-2}} t_{ок}^{-4,74382 \cdot 10^{-2}}$$

На их основе выведено обобщенное уравнение стойкости режущего инструмента:

$$T = 5,70125 \cdot 10^{-10} S^{1,71459 - 2,50114 \lg S} t^{-0,14281} K_{\gamma} \cdot K_{\alpha} \cdot K_{\lambda} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{рез} \cdot K_{ок},$$

где $K_{\gamma} = (\gamma + 10)^{1,12275 - 0,20477 \lg(\lambda + 20) - 0,71701 \lg(\gamma + 10)}$;

$$K_{\alpha} = \alpha^{0,31927 - 0,1745 \lg \alpha};$$

$$K_{\lambda} = (\lambda + 20)^{0,15981 - 0,78718 \lg \varphi - 0,682 \lg(\lambda + 20)};$$

$$K_{\varphi} = \varphi^{11,52693 - 3,39218 \lg \varphi};$$

$$K_{рез} = t_{рез}^{(3,49506 - 4,77989 \lg t_{ок}) \cdot 10^{-2}};$$

$$K_{ок} = t_{ок}^{-4,74382 \cdot 10^{-2}};$$

Произведен анализ обобщенного уравнения стойкости. Установлено, что скорость резания в интервале скоростей от 13 м/мин до 30 м/мин не оказывает существенного влияния на исследуемый параметр. Наибольшее влияние из технологических факторов в исследуемом диапазоне значений оказывает подача. Определены значения углов режущей части, при которых достигается наибольшая стойкость инструмента. Показано, что период стойкости режущего инструмента зависит от процентного соотношения времени резания и времени охлаждения за один оборот детали. Зависимость стойкости инструмента от прерывистости резания имеет экстремальный характер.

В пятой главе представлена общая методика восстановления формы крупногабаритных вращающихся деталей в условиях эксплуатации при их базировании по обрабатываемой поверхности на двух опорных роликах, т.е. без их демонтажа с работающего агрегата. Установлены интервалы размеров деталей, которые могут быть обработаны согласно настоящей методике, указаны оборудование и инструмент для осуществления предлагаемого способа. Определен порядок проведения обработки крупногабаритных вращающихся деталей как при наличии полной информации об их форме, так и при наличии неполной информации (т.е. когда в качестве показателя формы поверхности обрабатываемой детали принимается биение её контура в плоскости резания).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.

1. Проведенные теоретические исследования способа обработки деталей, вращающихся на двух опорных роликах, позволяют установить, что при расположении режущего инструмента между опорными роликами улучшение формы деталей возможно в том случае, если при снятии слоя материала будет обеспечиваться оптимальное перемещение контура в плоскости резания.

2. Установлено, что перемещение контура детали в плоскости резания будет оптимальным, если глубина резания при обработке будет назначаться с помощью коэффициента, зависящего от исходной формы детали, её размеров, размеров и углов установки опорных роликов, а также от места расположения режущего инструмента.

3. Установлено, существование критической величины коэффициента глубины резания. Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод о том, что превышение критической величины коэффициента глубины резания ведет к неустойчивости процесса

формообразования и дополнительному искажению исходной формы детали. При меньшем значении данного коэффициента процесс обработки удлиняется.

4. На основании проведенных экспериментальных исследований сделан вывод о том, что при отсутствии информации об исходной форме детали глубину резания следует назначать при помощи коэффициента в зависимости от максимальной величины биения контура в плоскости резания. Форма деталей при данном способе обработки будет улучшаться в том случае, если величина коэффициента будет уменьшаться с увеличением порядкового номера рабочего хода.

5. В качестве характеристик формы контура детали (а, следовательно, и точности обработки) следует рассматривать одновременно величину критерия круглости и величину биения контура в плоскости резания, т.к. при улучшении одной из них другая может ухудшаться. Условием улучшения формы детали при её обработке является постоянное уменьшение значений данных характеристик.

6. Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод о том, что варьированием значений факторов процесса обработки деталей (углы заточки режущей части инструмента, режимы резания) обеспечивается величина периода стойкости резца, достаточная для завершения полного рабочего хода. Величина периода стойкости может быть повышена в 2 раза по сравнению с его значением, получаемым при назначении условий обработки по справочным данным. В результате обеспечиваются необходимая точность обработки поверхностей катания деталей и безопасные условия при эксплуатации станка.

7. Конструкция специального приставного станка предусматривает возможность управления с выносного пульта, устанавливаемого в наиболее приемлемом месте на опоре печи. Этим достигается обеспечение безопасных условий при обработке деталей.

8. Обобщенная методика, разработанная по результатам выполненной работы, позволяет определить условия, при которых обработка деталей, вращающихся на двух опорных роликах, будет произведена с максимально возможной точностью при минимальных затратах времени.

9. Экономический эффект, полученный при внедрении результатов работы на Карачаево-Черкесском, Старо-Оскольском, Разданском цементных заводах превышает 226 тысяч рублей. Результаты работы могут быть использованы в цементной, химической, огнеупорной, металлургии

ческой и других отраслях промышленности.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Рязанов В.И. Методы борьбы с вибрациями системы СПИД при безрамной обработке крупногабаритных вращающихся деталей // Способы и средства механизации ручных и вспомогательных работ на предприятиях стройматериалов. - М., 1985. - С. 121 - 125 (Сб. научн. тр./ Моск. инж.-строит. ин-т им. В.В. Куйбышева, Белгород. технол. ин-т строит. мат-лов им. И.А. Гришманова).

2. Курицын А.М. и др. Выверка положения оси вращения печи /А.М. Курицын, В.И. Рязанов, Ю.А. Бойчурин, А.И. Александров // Способы и средства механизации ручных и вспомогательных работ на предприятиях стройматериалов. - М., 1985. - С. 117 - 120 (Сб. научн. тр./ Моск. инж.-строит. ин-т им. В.В. Куйбышева, Белгород. технол. ин-т строит. мат-лов им. И.А. Гришманова).

3. Рязанов В.И. Исследования и оптимизация обработки насадных сандажей вращающихся печей с помощью приставных станков // Ускорение научно-технического прогресса в промышленности строительных материалов и строительной индустрии: Всесоюзная конференция. - Белгород, 1987. - С. 115 - 116.

4. Погонин А.А., Рязанов В.И. Стойкость инструмента при обработке бандажей вращающихся печей // Модернизация оборудования предприятий по производству строительных материалов. - Белгород, 1988. - С. 52 - 54 (Сб. научн. тр./ Белгород. технол. ин-т строит. мат-лов им. И.А. Гришманова).

5. Рязанов В.И., Погонин А.А. Некоторые особенности ресурсосберегающей технологии при ремонтной обработке сандажей и опорных роликов вращающихся печей // Практика, проблемы разработки и внедрение ресурсосберегающих технологий: Республиканская научно-практическая конференция. - Липецк, 1987. - С. 95 - 96.

6. А.с. 1179071 СССР, МКМ³ В23 Устройство для выверки положения оси вращения печи /А.М. Курицын, В.И. Рязанов (СССР). - 3770877/29-33. Бюл. №34 // Открытия. Изобретения. - 1985. - №34. - С. 82.

7. А.с. 1266660 СССР, МКМ³ Станок для обработки бандажей /Н.А. Пелипенко, В.И. Рязанов (СССР). - 3901133/25-08. Бюл. №40 // Открытия. Изобретения. - 1986. - №40. - С. 37.

8. А.с. 1346340 СССР, МКМ⁴ В23 Станок для проточки сандажей и опорных роликов вращающихся печей /Н.А. Пелипенко, В.И. Рязанов, А.А. Погонин (СССР). - 4000133/31-08. Бюл. №39 // Открытия. Изобретения. - 1987. - №39. - С. 58.

БТИСМ, АЯ 00267 от 16. VI 89, зак. 558 Тир. 100