

Балансировочные станки фирмы «Schenck».

Основные теоретические вопросы балансировки рассматриваются в учебниках и на лекциях. При этом балансировочные станки освещаются поверхностно. Данная лекция посвящена описанию существующих балансировочных станков на примере оборудования выпускаемого фирмой «Schenck» (Германия).

Современные машины содержат большое количество узлов и деталей, совершающих вращательное движение с высокими частотами. К ним можно отнести коленчатые и карданные валы, диски сцепления, зубчатые колеса, маховики, тормозные барабаны и диски, колеса и шины автомобилей, роторы гироскопов, электродвигателей и лопастных машин, барабаны сепараторов и стиральных машин. В условиях производства балансировка проводится на универсальных или специальных балансировочных санках. Для серийного и массового производства выпускаются высокопроизводительные автоматические балансировочные линии. Балансировочные станки различаются по частоте вращения ротора, по точности измерения дисбаланса, по способу измерения и виду индикации, по виду привода ротора во вращательное движение, по габаритам и массе роторов, по способу корректировки масс. Рассмотрим эти отличительные признаки станков подробнее.

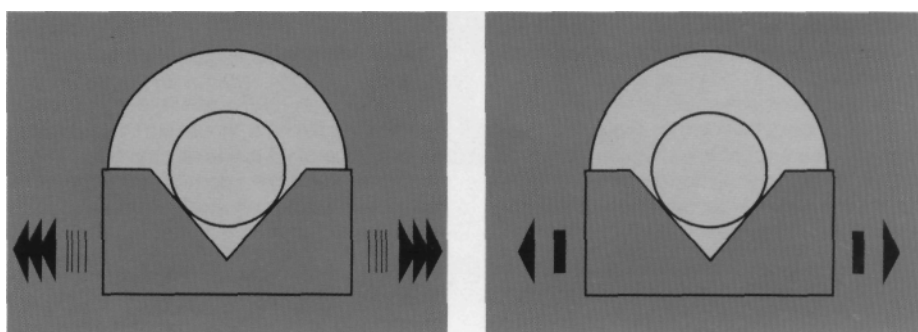


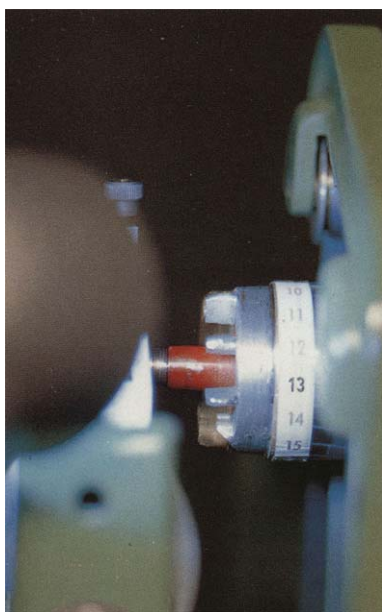
Рис. 1.

По частоте вращения (Рис. 1) различают балансировочные станки быстроходные или резонансные и тихоходные или

нерезонансные. В этих станках ротор разгоняется до частот превышающих собственный резонанс измерительной системы с ротором. Недостатками этих станков являются значительные нагрузки на измерительные мосты и большие амплитуды колебаний при больших начальных дисбалансах. Преимущества:

возможность балансировки легких и малогабаритных роторов, высокая точность балансировки. Тихоходные или дорезонансные станки используются для крупногабаритных роторов при больших начальных дисбалансах и невысоких требованиях к точности балансировки. Третий вид – резонансные станки в настоящее время применяется редко. Эти станки не обеспечивают высокой точности, имеют высокие амплитуды колебаний и динамические нагрузки на измерительных мостах.

В балансировочных станках, в основном, применяются три способа измерения:



ваттметрический, фазоуправляемое выпрямление и стробоскопический. Ваттметрический метод измерения наиболее совершенный и точный, но и наиболее дорогой. При этом методе хорошо подавляются посторонние колебания. Измерительные устройства, основанные на принципе фазоуправляемого выпрямления, менее точные, но и не такие дорогие как ваттметрические. Оба эти устройства хорошо сопрягаются с компьютерами, запоминающими и регистрирующими приборами. Стробоскопический способ

Рис. 2.

способ (Рис. 2) измерения наименее точный. Он

применяется при незначительных мешающих колебаниях и при постоянной частоте вращения ротора.

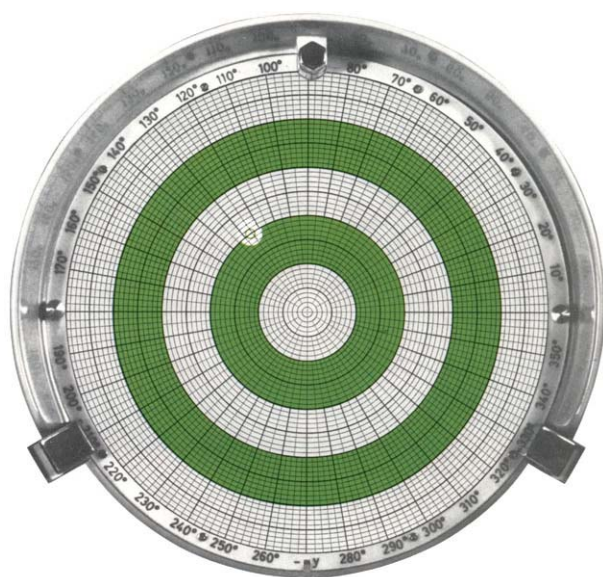


Рис. 3.

Наглядным и совершенным методом индикации является векторметр (Рис. 3): световая точка на градуированной круговой шкале показывает значение и угол дисбаланса. Измерительный прибор может быть оснащен одним векторметром, переключаемым на две плоскости коррекции, или двумя, обеспечивающими одновременную

регистрацию показаний в обеих плоскостях. Возможность замены диска со шкалой позволяет приспособить прибор ко всем возможным видам корректировки масс ротора.

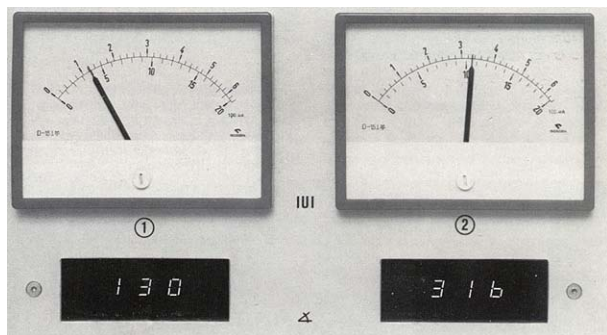


Рис. 4.

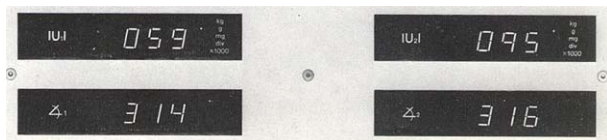


Рис. 5.

Другой способ (Рис. 4) индикации сочетает аналоговые показания значения дисбаланса с одновременными цифровыми показаниями углов дисбалансов для обеих плоскостей коррекции.

Третий способ (Рис. 5), который можно считать наиболее удобным, использует цифровые индикаторы для одновременной индикации значений и углов дисбалансов для обеих плоскостей коррекции.

Тип привода во многих случаях определяют конструктивные особенности ротора. В станках применяют: ленточные, карданные, фрикционные, автономные и специальные приводы. Ленточный привод отличается простотой обслуживания и малым влиянием на результаты измерений. Однако, он удобен только для роторов с цилиндрическими наружными поверхностями. Различают тангенциальные, накидные и огибающие ленточные приводы (Рис. 6).

Ленточные приводы балансировочных станков

тангенциальный

накидной

огибающий

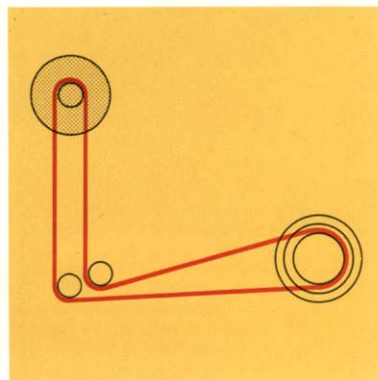
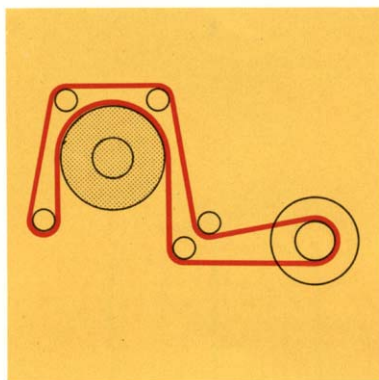
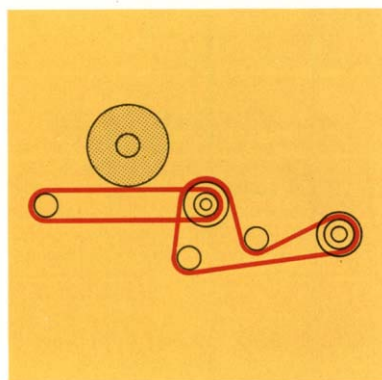


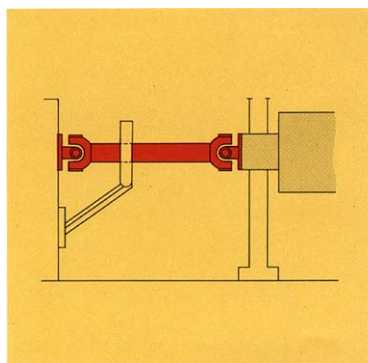
Рис. 6.

Привод карданным валом (Рис. 7) обеспечивает передачу больших приводных

моментов, поэтому применяется при балансировке тяжелых роторов с большим моментом инерции или с большим сопротивлением воздуха (для воздушных винтов или турбин). Для присоединения карданного вала один из торцев ротора должен быть соответствующим образом подготовлен, например, на него насаживается специальная переходная втулка.

Привод балансировочного станка

карданным валом



фрикционным диском

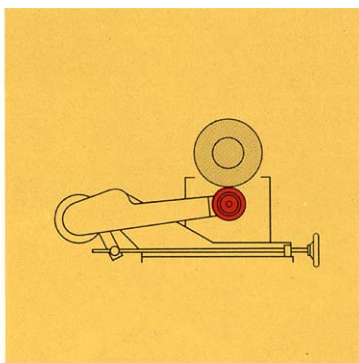


Рис. 7.

Привод фрикционным диском используется для роторов с цилиндрической наружной поверхностью при часто меняющейся программе балансировки. Этот привод можно быстро настроить на разные диаметры роторов. Регулируя пружину

можно изменять усилие прижима приводного диска к ротору. Привод можно применять для неровных поверхностей, например, поверхностей с пазами.

В некоторых случаях, при балансировке агрегатов в сборе они разгоняются до рабочей частоты вращения от собственного привода (например, двигатели вентиляторов, гироскопов и т.д.). Для управления при этом часто используется коммутационная аппаратура балансировочных станков. Такие приводы называют автономными.

Балансировка по значению и углу дисбаланса и балансировка в составляющих дисбаланса.

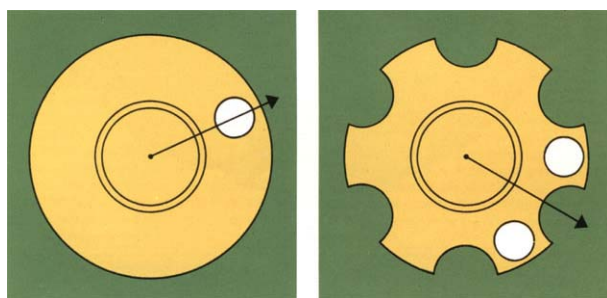


Рис. 8.

Часто конструкция ротора не позволяет установить корректирующую массу в расчетном положении. В некоторых случаях значение дисбаланса слишком большое, чтобы осуществить его компенсацию в одном месте одной корректирующей массой. Тогда вектор дисбаланса можно разложить на две или несколько составляющих и использовать несколько корректирующих масс, то есть провести балансировку в

использовать несколько корректирующих масс, то есть провести балансировку в

составляющих дисбаланса.

Методы корректировки масс ротора

добавлением материала

удалением материала

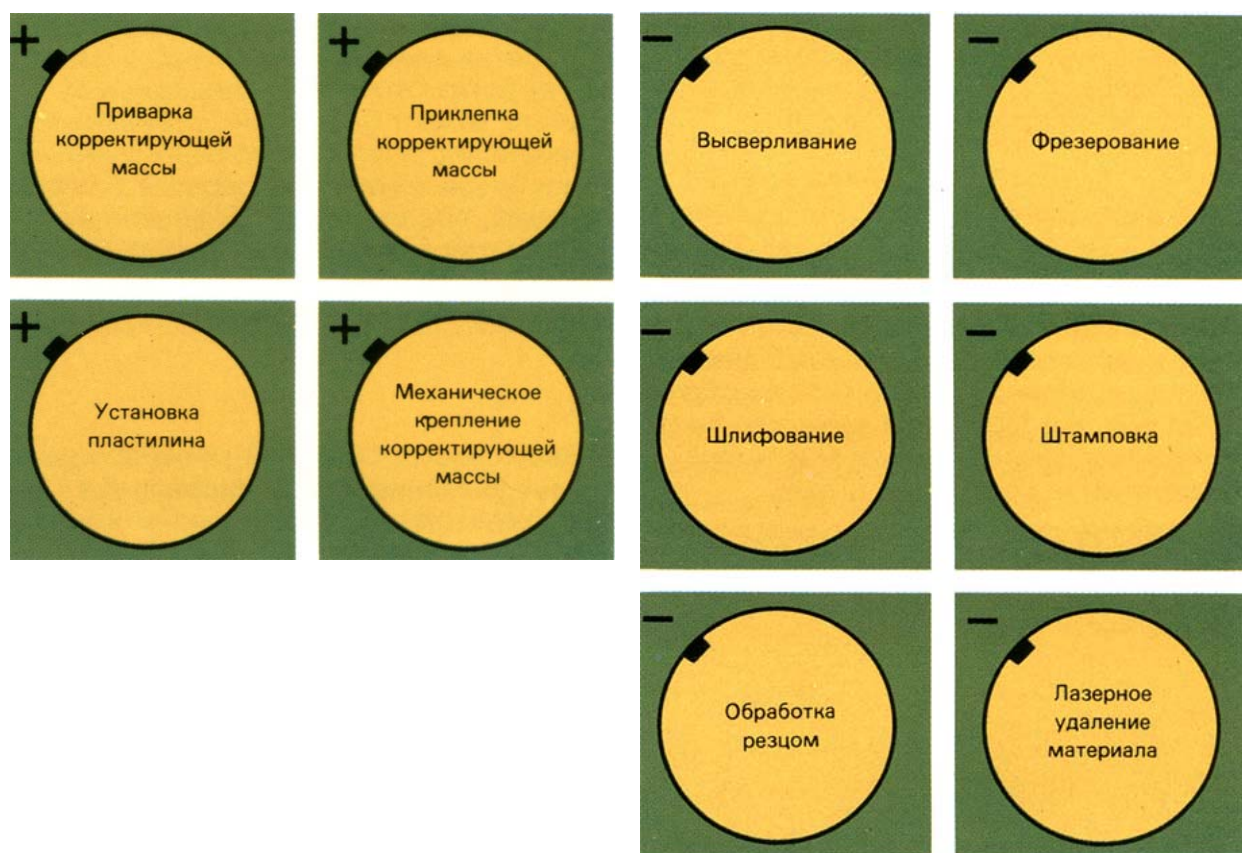


Рис. 9.

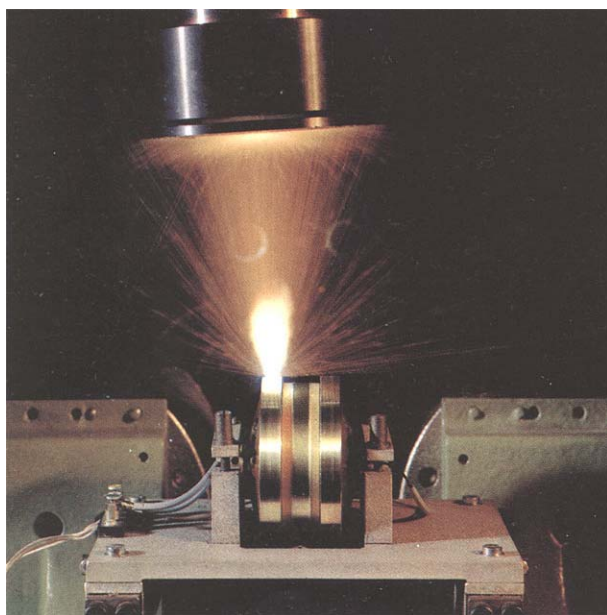


Рис. 10.



Рис. 11.

Корректировка масс ротора осуществляется либо путем добавления материала в «легкой» части ротора, либо путем его удаления в «тяжелой». Мето-

ды корректировки масс добавлением или удалением материала перечислены на рис. 9. На рис. 10 показано удаление материала с помощью лазера, а на рис. 11 – удаление материала механическим путем (отщипыванием).

Фирма Шенк выпускает балансировочное оборудование для решения ряда задач, которые можно сгруппировать в пять комплексных проблем:

1. Балансировка особо легких роторов.
2. Балансировка средних и крупных серий в серийном и массовом производстве.
3. Балансировка с высокой точностью.
4. Балансировка агрегатов в сборе.
5. Балансировка мелких серий при часто меняющейся конструкции роторов.

Для решения этих проблем фирмой Шенк выпускаются хорошо зарекомендовавшие себя серии станков и специализированные установки. Рассмотрим эти решения на нескольких конкретных примерах.

Балансировка особо легких роторов. Балансировка таких роторов представляет собой особую задачу, так как для их высоких рабочих частот вращения к точности балансировки предъявляются высокие требования. Выполнение этой задачи возможно с помощью зарезонансного балансировочного станка без жесткого механического привода, например, посредством тангенциальной ленты или сжатого воздуха, и измерительных приборов с высокой точностью и чувствительностью, с умножающей (ваттметрической) системой измерения.

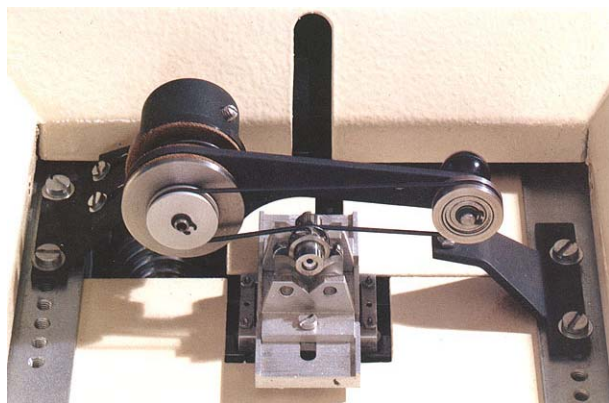


Рис. 12.

На рис. 12 показан настольный балансировочный станок для ротора турбины бормашины. Разгон ротора до рабочей частоты осуществляется откидным ленточным приводом. Режим работы станка – зарезонансный. Корректировка масс ротора производится

высверливанием «тяжелой» части. К особо легким роторам можно отнести турбины бормашин, часовые балансы, веретена и другие.

Балансировка средних и крупных серий в серийном и массовом производстве. Критериями выбора станков для серийной балансировки являются: производительность, параметры ротора, количество типов балансируемых роторов, размер серии, точность балансировки. Рентабельность балансировочного оборудования зависит от множества факторов. Наиболее дешевыми являются станки с ручным управлением, а наиболее производительными – автоматические станки и автоматические балансировочные линии. Для крупносерийного производства, например, балансировка роторов якорей коллекторных двигателей (Рис. 13), наиболее рентабельно применение автоматической балансировочной линии. Такие комплексы встраиваются в поточную линию по производству роторов. Небольшие серии изделий рентабельно балансировать на станках с ручным управлением с несколькими измерительными позициями. На рис. 14 показан настольный станок для балансировки якорей коллекторных двигателей с двумя измерительными позициями. Индикатор для обеих плоскостей коррекции автоматически переключается на действующую в настоящий момент измерительную позицию. В левой плоскости корректировка масс производится креплением липкой массы, а в правой – отщипыванием материала на лопатках вентилятора.

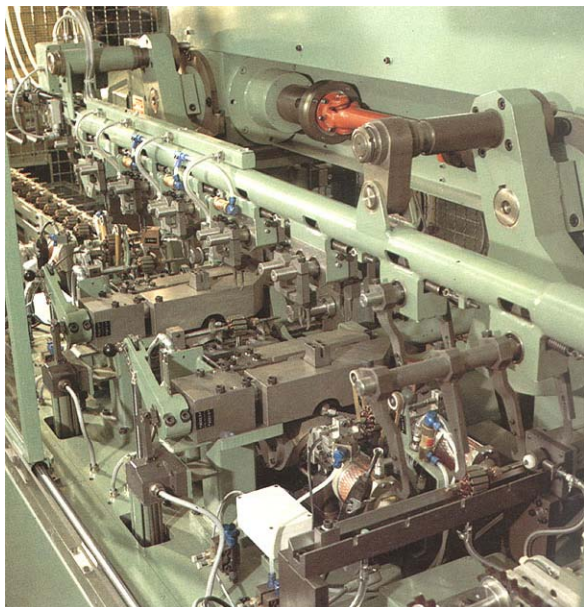


Рис. 13.

Рис. 14. Настольный станок для балансировки якорей коллекторных двигателей с двумя измерительными позициями.



Рис. 14.

риала на лопатках вентилятора.

Балансировка с высокой точностью. Особенно высокие требования к точности балансировки предъявляются, например, в следующих случаях:

- якоря звуковых приборов, так как требуется высокая точность вращения;
- шпиндели шлифовальных станков, так как требуется высокая чистота обрабатываемой поверхности;
- роторы гироскопов и якоря быстроходных электродвигателей, так как требуется высокая равномерность вращения и равномерные нагрузки на опоры.

Точная балансировка часто производится в собственных подшипниках ротора. Используемый привод должен вносить в измерения минимальные погрешности. Для задач точной балансировки используется ваттметрический

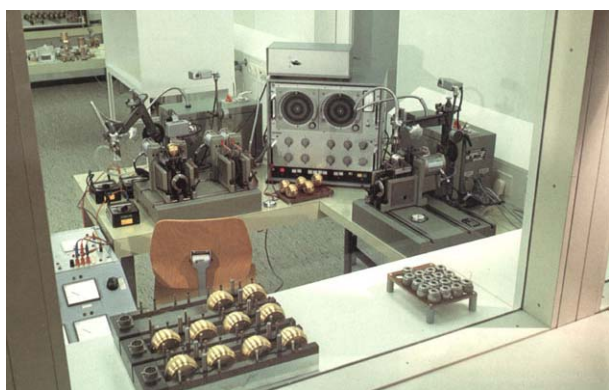


Рис. 15.

метод измерения. Измерения проводятся на прогретом агрегате на рабочих оборотах, поэтому частоты вращения роторов на точных балансировочных станках достигают 100 000 об/мин. На рис. 15 показано рабочее место для балансировки гироскопов в сверхчистом помещении. На правом станке балансируются роторы гироскопов, а на левом – гироскопы в сборе. Корректировка масс осуществляется с помощью специальных сверлильных устройств.

Корректировка масс осуществляется с помощью специальных сверлильных устройств.

Балансировка агрегатов в сборе. Несмотря на тщательную балансировку всех вращающихся отдельных деталей, после сборки агрегата выявляются новые дисбалансы, вызываемые эксцентриситетами и зазорами в соединениях деталей. Поэтому во многих случаях требуется дополнительная балансировка агрегата в собранном состоянии. В качестве примеров можно привести двигатели вентиляторов и гироскопы летательных аппаратов. Для оценки необходимости балансировки агрегата в сборе целесообразно провести вероятностный расчет значения его дисбаланса путем арифметического сложения макси-

мальных значений дисбалансов всех вращающихся деталей, обусловленных допусками и посадками. Часто по соображениям экономии отказываются от предварительной балансировки деталей и проводят только балансировку агрегатов в сборе. Балансировку агрегатов проводят на частоте и при температуре рабочего режима или близком к нему. На рис.16 изображен станок, который предназначен для балансировки узла расчесывающих валиков для текстильной промышленности. Дисбаланс агрегата устраняется высверливанием материала. Стружка, образуемая при сверлении, отсасывается из зоны сверления

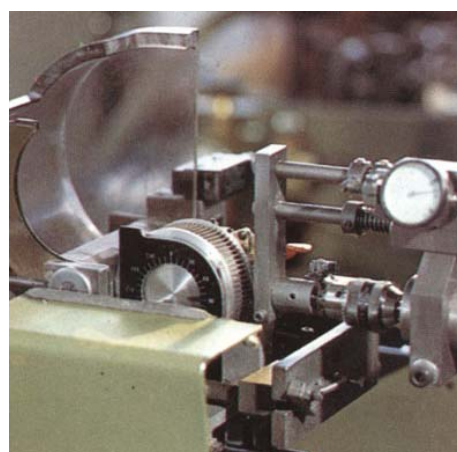


Рис.16.

автоматически.

Балансировка мелких серий при часто меняющейся конструкции роторов. Такие задачи обычно решаются в областях обслуживания, ремонта и на небольших производствах. В этих областях фактор времени не играет такой

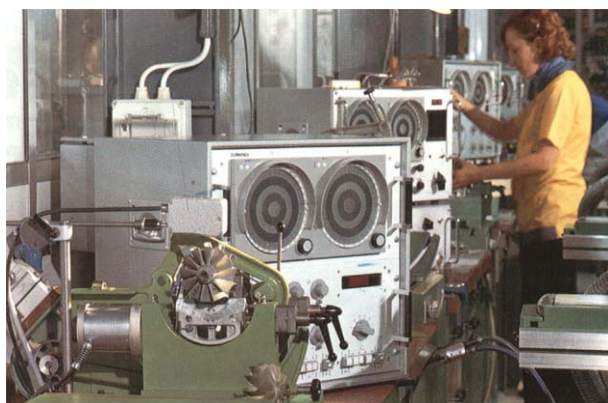


Рис. 17.

важной роли, как в крупносерийном и массовом производстве. Основные требования к балансировочным станкам данного назначения: универсальность, простота в эксплуатации и обслуживании, надежность конструкции. Фирма Шенк выпускает широкую гам-

му стандартных балансировочных станков для роторов различных размеров и массы. В этих станках используются все вышеописанные системы измерения, приводов и индикаторов. На рис. 17 показан участок малого предприятия, на котором установлено несколько балансировочных станков. На переднем плане видно рабочее колесо турбины, которое подвергается балансировке. Корректировка масс проводится на шлифовальном станке, на отдельном рабочем месте.

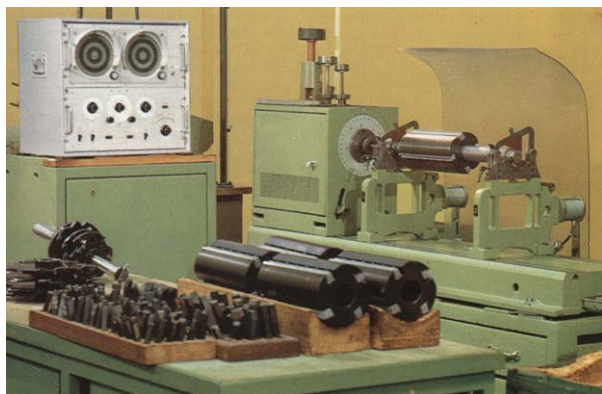


Рис. 18.

Для балансировки малых серий роторов часто изменяющихся типов удобны дорезонансные балансировочные станки. На рис. 18 показан универсальный станок, на котором в данном случае балансируется ротор ножевого барабана строгальной машины. Корректировка масс осуществляется на

обычном сверлильном станке.

При невысоких требованиях к качеству балансировки можно применять резонансные балансировочные станки, оснащенные измерительной стробоскопической системой. На рис.19 изображено рабочее место по балансировке роторов щетки бытового пылесоса.

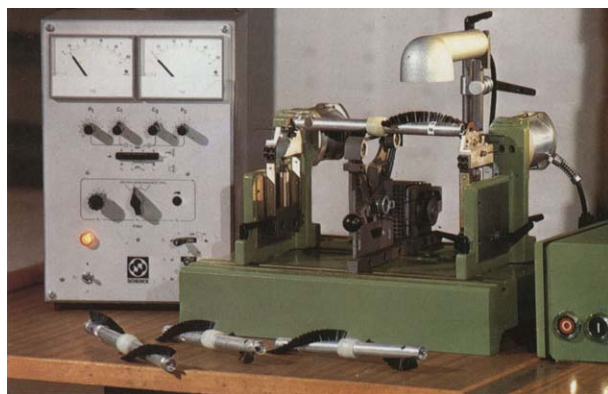


Рис. 19.

Значение дисбаланса показывается стрелочным аналоговым прибором, а измерение угла с помощью стробоскопической лампы, освещающей наклеенную на ротор числовую ленту.

На этом завершается краткое рассмотрение балансировочных станков фирмы Шенк, выполненное на основе ее рекламных проспектов. Анализ информации по балансировочным станкам на сайтах в Интернете позволил выявить в основном рекламную информацию по балансировочным станкам для автомобильных колес. Некоторые из этих станков приведены на рис. 20.



Рис.20.

Некоторые из рекламируемых балансировочных станков предназначены для балансировки роторов электродвигателей (Рис.21). Причем один из станков предназначен для роторов очень большого размера (Рис.22 - www.diamech.ru).

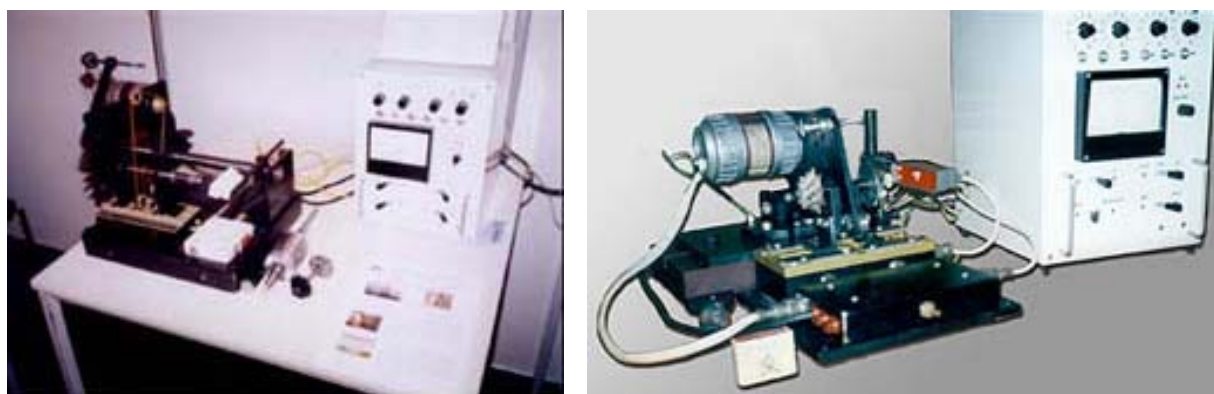


Рис.21.

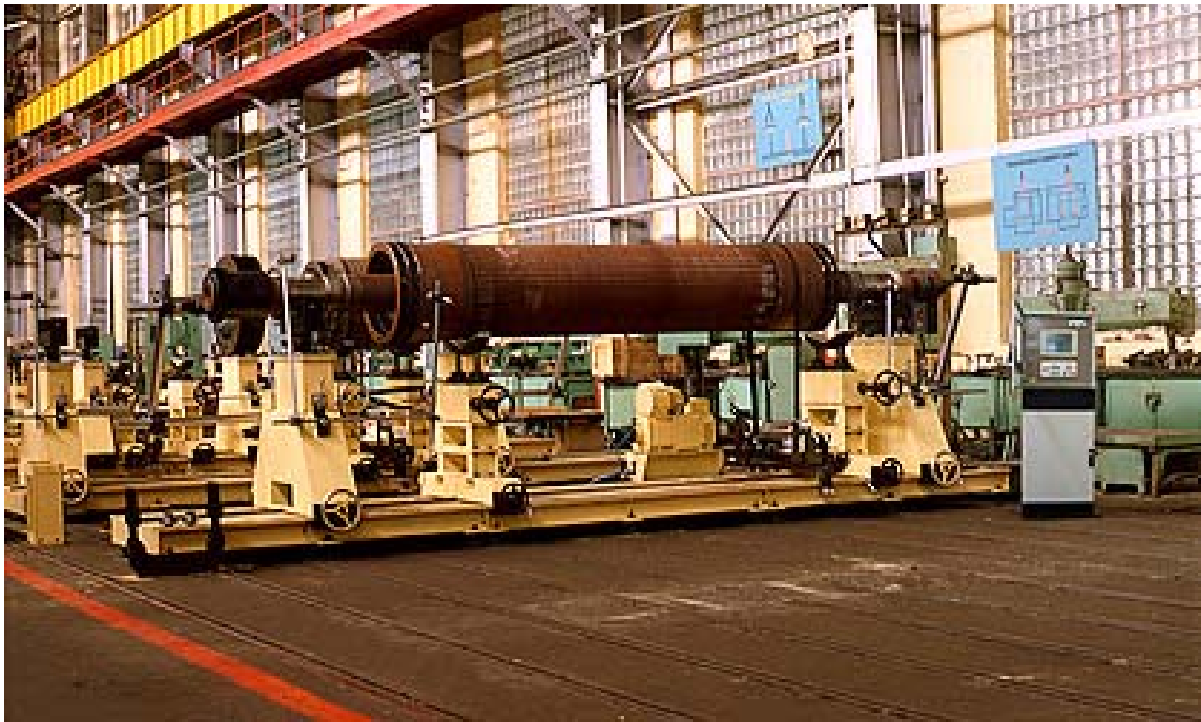


Рис.22.

Основная цель данной лекции дать студенту наглядное представление о балансировочных станках и их применении в промышленности. Основное внимание необходимо уделить изучению иллюстративного материала. Автор продолжит сбор фото и видео материалов и в следующей редакции постарается дать более полную информацию по данной теме.

Вопросы для самоконтроля.

1. Перечислите основные типы балансировочных станков?
2. Какие измерительные и индикационные устройства применяются в станках фирмы Шенк?
3. Какие комплексные задачи решаются гаммой балансировочных станков фирмы Шенк?
4. Какие типы приводов используются в станках фирмы Шенк?
5. Какими методами осуществляется корректировка масс роторов?
6. Укажите область применения, достоинства и недостатки зарезонансных балансировочных станков?
7. Укажите область применения, достоинства и недостатки дорезонансных балансировочных станков?