

УДК 621.757.06:778.19

УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПО СКРЫТЫМ БАЗАМ – ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ КОНТАКТИРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

© 2016 В.А. Прилуцкий

Самарский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 20.09.2016

Излагаются способы установки заготовок по скрытым базам с примерами. Показана значимость проектирования операций с базированием по скрытым базам.

Ключевые слова: скрытые базы, плоскость симметрии, ось симметрии, точка – центр симметрии.

Общеизвестна существенная зависимость свойств трибосистемы от точности взаимодействующих поверхностей соединений. Точность изготовления деталей в мировом машиностроении повышается на порядок каждые 20 лет.

Базирование по скрытым базам обеспечивает более точную (не менее чем вдвое) установку заготовок.

Классификация скрытых баз. Независимо от геометрии заготовки будущей детали различают три вида скрытых баз: поверхность, линия, точка. Более распространены скрытые базы в виде поверхности (плоскость симметрии) и линии (ось симметрии). Точку можно представить многообразно: 1) центр детали одной поверхности (шара); 2) вершина конуса; 3) точка пересечения двух и более осей симметрии цилиндрических поверхностей, наклоненных друг к другу; 4) точка пересечения оси симметрии двух цилиндрических поверхностей с центральной плоскостью симметрии детали, реализуемой различными вариантами реальных поверхностей; 5) точка пересечения центральной оси симметрии с явными или скрытыми, перпендикулярными к ней плоскостями и др.

Установка заготовки по плоскости симметрии (плоскость $O_3X_3Y_3Z_3$) – рис. 1.

Такой случай – самый типичный, например, для корпусных деталей. При осуществлении этого способа установки, например, самоцентрирующими тисками, выполняют следующие действия:

$T_3 \rightarrow PO \rightarrow PTC \rightarrow B3P \rightarrow ZP \rightarrow BZO \rightarrow ZO$ (T_3 – транспортирование заготовки; PO – предварительное ориентирование заготовки; PTC – разрыв контакта заготовки с транспортным устройством; $B3P$ – базирование заготовки предварительное; ZP – закрепление заготовки предварительное; BZO – базирование заготовки окончательное; ZO – закрепление заготовки окончательное).

Формальным условием выполнения и завершения процесса установки является совмещение

Прилуцкий Ванцетти Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения». E-mail: tms@samgtu.ru

скрытых баз заготовки (плоскости $O_3X_3Y_3Z_3$) и устройства ($O_yX_yY_yZ_y$).

Если эти плоскости описаны уравнениями:

$$\begin{aligned} A_3X_3 + B_3 + C_3 &= 0; \\ A_yX_y + B_y + C_y &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

то совпадение скрытых баз описывают формулами:

$$\frac{A_3}{A_y} = \frac{B_3}{B_y} = \frac{C_3}{C_y}; \quad O_3Z_3 \in O_yZ_y. \quad (2)$$

Условие (1) означает параллельность плоскостей, а условие – совпадение плоскостей $O_3X_3Y_3Z_3$ и $O_yX_yY_yZ_y$. Эти условия можно реализовать лишь контактированием установочных элементов с явными базами. Тогда структура обычного устройства (рис. 1, в) представляет собой: 1УЭ, 2УЭ – первый и второй установочные элементы; НЭ – направляющий элемент; МП – механизм перемещения установочных элементов; МСД – механизм синхронизации движения установочных элементов.

Однако погрешности формы явных баз могут вызвать неопределенность базирования. Возможны здесь два варианта: 1) губки выполняют с пустотами посередине длины контакта; 2) вводя самоустановку одной из губок. Это означает дополнение нового действия – самоустановку установочных элементов (СУЭ), а в устройство добавляют механизм самоустановки МС (рис. 1, 2).

Предложен способ установки заготовки (пат. 2076788), при котором одну скрытую базу (плоскость симметрии инструмента) совмещают с другой (плоскость симметрии заготовки). Таким образом, скрытую базу заготовки используют в качестве измерительной базы, что позволяет достигнуть необходимую точность.

Установка заготовки по оси симметрии (пат. 2168395) заготовки на центры содержит следующие действия (рис. 2): БЗ – базирование заготовки на центры; ЗЗ – закрепление заготовки на центрах путем подвода и поджима устройства; П-СОЖ – включение и подача СОЖ к паре трения: центральное отверстие – рабочий конус центра; В-СОЖ – исключение и поддержание

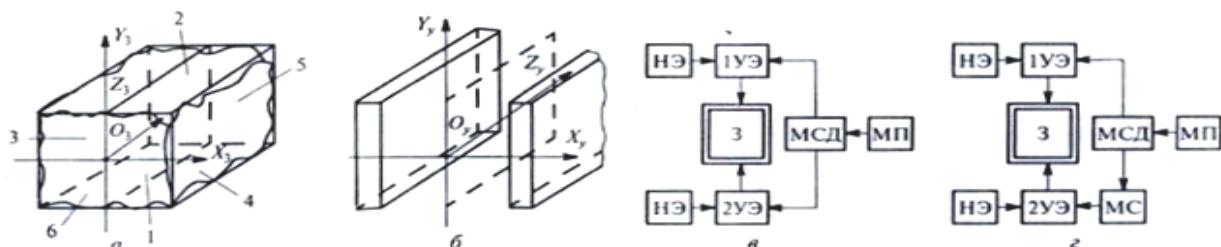


Рис. 1. Схемы систем координат заготовки (а), базирующих элементов (б), структур обычного устройства (в) и устройства с элементом самоустановки (г)

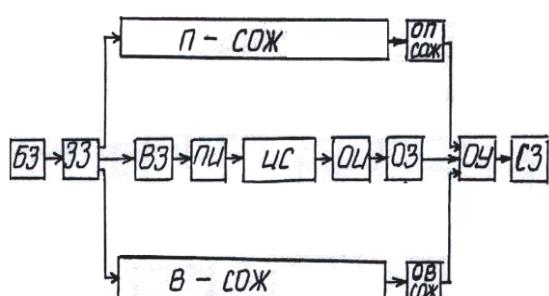


Рис. 2. Схема действий при реализации установки по скрытой базе – оси

вакуумирования в цепи отвода СОЖ от пары трения; В3 – включение вращения заготовки; ПИ – подвод инструмента; ИС – изменение состояния заготовки (в данном случае съем металла с обрабатываемой поверхности, шлифованием, до заданного размера); ОИ – отвод инструмента; ОЗ – остановка вращения заготовки; ОП-СОЖ – отключение подачи СОЖ к парам трения; ОВ-СОЖ – отключение вакуумирования СОЖ от тех же пар трения; ОУ – отвод устройства (центра) от заготовки; СЗ – съем заготовки с центров. Повышение точности обеспечивают уменьшением износа центров.

Устройство для реализации установки заготовки (пат. 2168395) дополнительно снабжено отключающим механизмом, подшипником качения 21, опорой 39, кнопкой 43 с защелкой 44. Оно содержит также два фиксатора 46 и три сальника 32-34, а зонозащитный механизм выполнен в виде корпуса 22, установленного на цилиндрическом поясе 16 центра на подшипнике качения 21 с возможностью вращения относительно оси центра 6, и втулки 23 с продольным пазом 40, подпружиненной и установленной на корпусе 22 с возможностью продольного перемещения относительно него, при этом на втулке 23 установлены оба фиксатора 46, а вней – подпружиненные относительно втулки 23 штыри 25, служащие для передачи крутящего момента, два сальника 32, 33 установлены в корпусе 22 и во втулке 23 зонозащитного механизма с возможностью взаимодействия с торцом 47 заготовки. Отключающий механизм выполнен в виде Г-образного рычага 38, установленного с возможностью поворота в продольном пазу 40 втулки 23 на опоре,

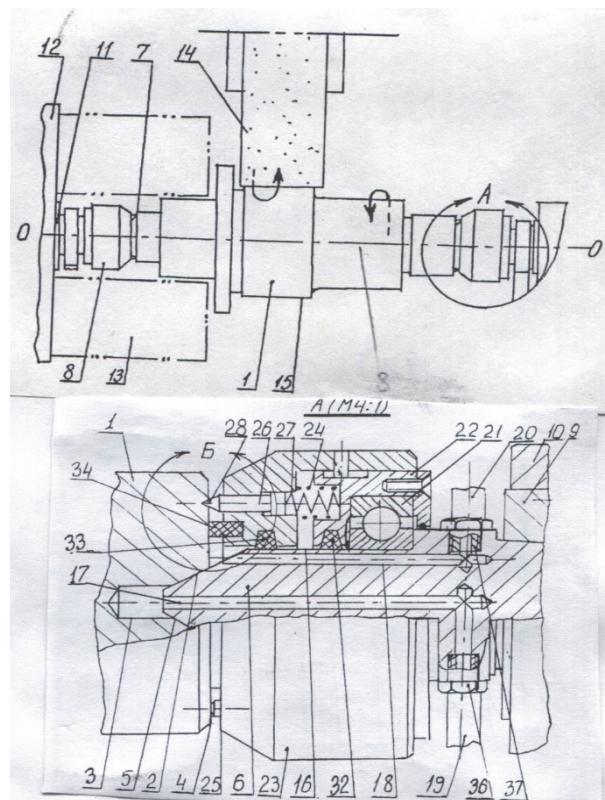


Рис. 3. Схема способа установки заготовки (пат. 2168395) по оси симметрии

длинное плечо 42 которого имеет возможность взаимодействия с одним из фиксаторов 46 и в нем установлена и подпружинена кнопка 43 с защелкой 44. Короткое плечо 41 взаимодействует с торцом 47 корпуса 22 и вторым фиксатором 46.

Штири 25 выполнены с остrozаточенным или тупым концом 29 для взаимодействия соответственно с незакаленной и закаленной заготовкой 1.

В способе установки заготовки с оправкой повышена точность за счет исключения контакта центральных отверстий с центрами путем применения электромагнитных опор.

Способ установки (рис. 4) позволяет решить и вторую задачу: устранить ограничения угловой скорости заготовки, вызванной малой стойкостью центральной пары.

Перед началом, например, круглошлифовальной операции, заготовку 1 (рис. 4) базируют базовым отверстием 2 и базовым торцем 3 на оправку

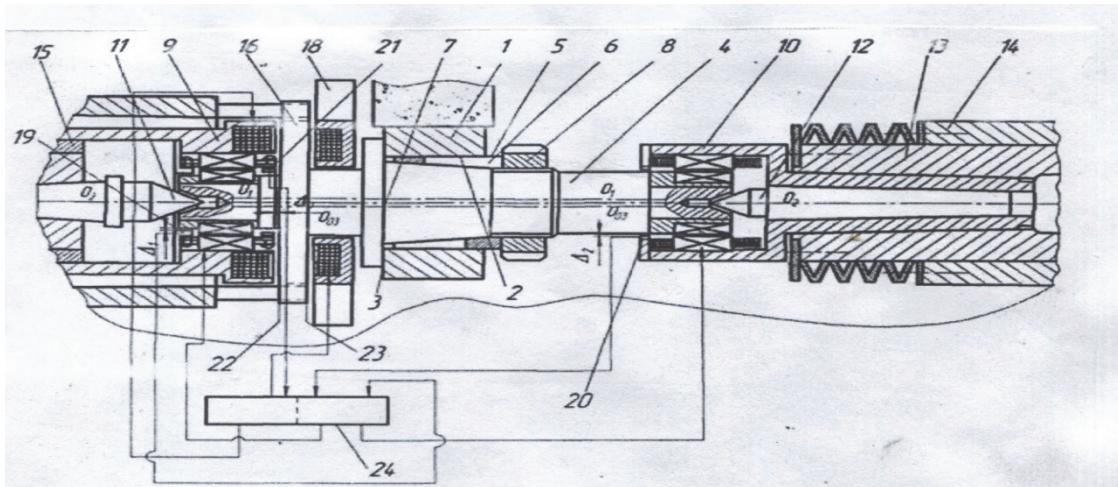


Рис. 4. Схема установки заготовки с оправкой с базированием по их оси на центры с переходом на электромагнитные опоры (патент 2237565)

4. Подготавливают устройство. Первый корпус 9 и второй корпус 10 отводят в крайние, соответственно, левое и правое положения. Оправку с заготовкой устанавливают на передний 11 и задний 12 центры. При этом величины зазоров центровых отверстий с центрами должны пре- восходить величины обычных зазоров. Пиноль 13 фиксируют. Первый корпус 9 перемещают вправо – в сторону оправки 4 с заготовкой 1, а вместе с ним электромагнитную радиальную левую опору, электромагнитную радиальную левую опору, набор радиальных датчиков перемещений и набор осевых датчиков перемещений до упора на втулке 15. Закрепляют первый корпус 9 на втулке 35. Этим устанавливают необходимый зазор между осевой левой опорой и торцем осевого ограничителя 16 и оправки.

Необходимые зазоры Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 датчиков 19-21 перемещений с оправкой 4 настраивают. Включают автоматическую систему управления 24. АСУ 24 вырабатывает команды на катушки электромагнитных сил оправка 4 с заготовкой 1 отрывается от центров 11, 12. Они автоматически поднимаются, пока не совпадут оси симметрии O_1O_1 и O_2O_2 и удерживаются до конца шлифования. Цикл шлифования содержит в начале вращение заготовки 1 с оправкой 4 с обычной (малой) скоростью, а при выхаживании – с увеличенной в несколько раз скоростью – до достижения заданного размера. При классическом базировании увеличение угловой скорости оправки с заготовкой ограничено стойкостью центровых отверстий. Обеспечена здесь реализация любой угловой скорости. Этим гарантированы величины радиального биения, точности формы и шероховатости обработанной поверхности.

В способах установки корпусных деталей по оси базового отверстия, перпендикулярного базовой плоскости (пат. 2390400, 2423215) используют цанговые пальцы, приводимые в действие силой

тяжести заготовки посредством кнопок-пружин. В первом случае (рис. 5, а) применяют упругий разрезанный палец, во втором – три кнопки – пружины закреплены на разжимном конусе равномерно по периферии его конической части. В третьем – одна кнопка – пружина установлена с торца головной части конуса и касается дна базового отверстия заготовки. Во всех случаях при установке корпусной заготовки под действием

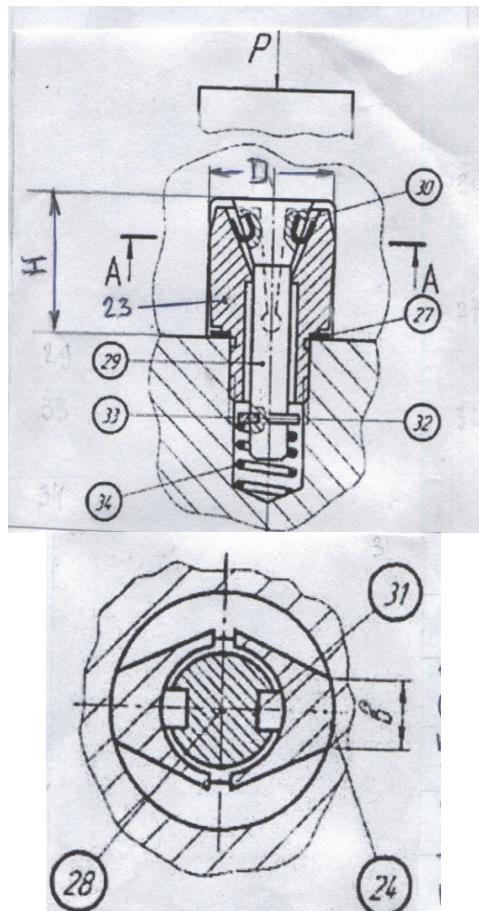


Рис. 5. Схема установки заготовки (пат. 2390400) корпусной заготовки на отверстия (искусственные технологические базы)

силы тяжести благодаря кнопкам – пружинам цанговые пальцы разжимаются, соприкасаясь с базовым отверстием до силового замыкания. Достоинством этих способов установки является простота конструкции устройств.

В известных способах установки заготовок корпусных деталей [2] на плоскость и два отверстия устройства базирования по осям отверстий должны обязательно содержать дополнительный механизм разжима цанговых пальцев.

В описываемых способах этого механизма не требуется. Эту функцию обеспечивает конструкция цанговых пальцев 23 и наличие фасонных упругих кнопок 31 и 36.

При этом высота посадочной части цанговых пальцев 23 вместе с разжимным конусом 29 с сбore должна превосходить максимальную глубину H базового отверстия заготовки. Диаметр D посадочной части в исходном положении цанговых пальцев должен быть меньше минимального значения диаметра базового отверстия.

Установка заготовки детали «шар» по скрытой базе – точке (его центру) возможна шестнадцатью запатентованными способами.

Но безусловной надежностью работы обладают только пять из них (рис. 7):

а, б – одна опора – в виде конусов, обращенных друг к другу основаниями (диск с канавками), вторая – в виде внутреннего одинарного конуса (пат. 1837149, 1837150);

в, г, д – обе опоры могут быть в виде дисков с коническими канавками (пат. 2675723, 2075724).

Для установки заготовки по скрытой базеточке, которая является точкой пересечения оси цилиндра с плоскостью ей перпендикулярной [пат. 2232670] предлагается следующий алгоритм:

Составляют схему базирования заготовки (рис. 8, а) для случая основной базы – оси цилиндра; (рис. 8, б) основная база – плоскость Π .

Разрабатывают схему устройства для реализации схем базирования (рис. 8, д, е, ж, з).

Выбирают способ компенсации погрешности расположения основной и вспомогательной технологических баз.

Уточняют общую схему устройства.

Выбирают основную технологическую скрытую базу – плоскость.

Выбирают способ компенсации погрешности расположения явных баз.

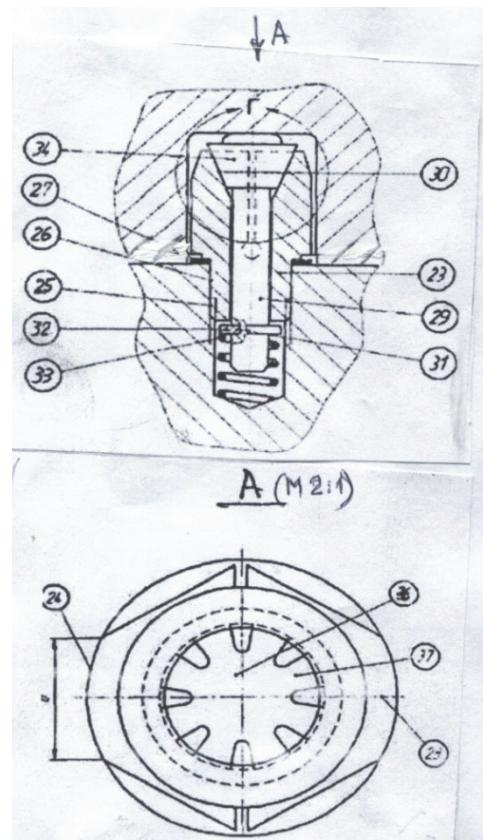


Рис. 6. Схема установки заготовки (пат. 2423215) корпусных заготовок на плоскость и отверстия (искусственные технологические базы)

Уточняют общую схему устройства.

Очевидна закономерность: механизм компенсации погрешности расположения основной и вспомогательной баз необходимо располагать на части устройства, реализующей вспомогательную базу заготовки. Следовательно, если: а – механизм компенсации: А – все устройство; В – часть устройства, реализующая основную базу заготовки, B_H – часть устройства, реализующая вспомогательную базу заготовки, то:

$$A \supset B_0 + B_H, \quad a \in B_H. \quad (3)$$

Это вытекает из анализа устройств. В варианте (рис. 8, д) основная технологическая база – ось цилиндра \mathcal{C} (двойная направляющая база) реализуется механизмом B_0 , выполненным в виде цангового патрона.

Вспомогательная технологическая база – плоскость Π (опорная база) реализуется механизмом

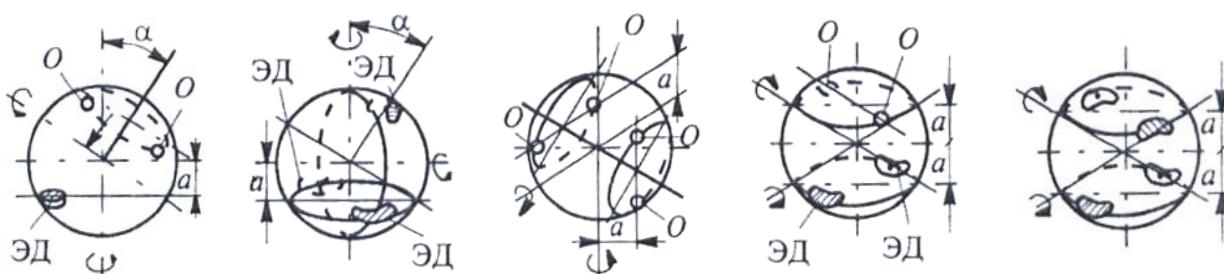


Рис. 7. Схемы пятен контакта шара с опорными элементами контрольного прибора

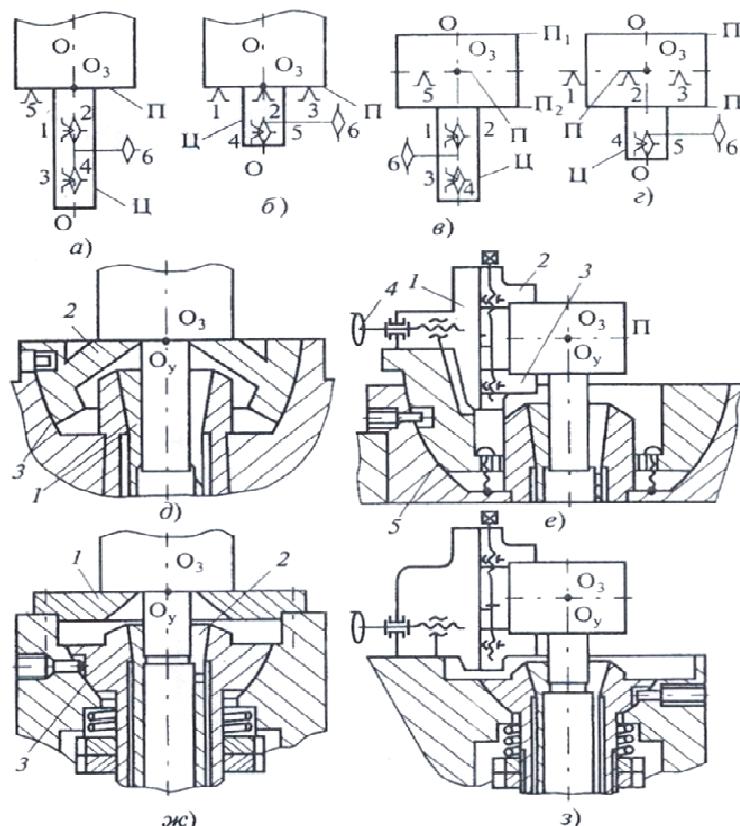


Рис. 8. Схемы базирования (а, б, в, г) заготовки по скрытой базе (точке) и устройств (д, е, ж, з) для их осуществления

B_H , выполненным в виде упоров 2. Механизм компенсации а выполнен в виде шаровой опоры 3, через центр поворота О которой проходит плоскость Π и, следовательно, с ней совпадает после установки заготовки основная база – точка O_3 .

В устройстве (рис. 8, ж) основную технологическую базу заготовки – плоскость Π (установочную базу) реализуют механизмом B_H , выполненным в виде цангового патрона 2, но с короткой цангой. Механизм а компенсации выполнен в виде шаровой опоры 3, но другой конструкции и связанной с механизмом B_H (цанговым патроном 2). Причем центр поворота O_y лежит в плоскости Π_y . Следовательно, после установки заготовки ее скрытая база (точка O_3) должна совпасть с точкой O_y устройства.

Аналогичные рассуждения справедливы и для остальных случаев (рис. 8).

Существует большое количество деталей, у которых скрытая база – точка задана в других вариациях пересечения осей цилиндров с плоскостью, ей перпендикулярной, либо наклонной. Например, общая ось двух (внутренних или наружных цилиндров). При этом цилиндры могут быть разные: один – наружный, второй – внутренний. Однако с успехом можно использовать выше приведенную методику для разработки способа установки таких заготовок и устройства, его реализующего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прилуцкий В.А. Повышение точности установки заготовок при базировании по скрытым базам // СТИН. 2011. № 4. С. 13-23.
2. Косов Н.П., Исаев А.Н., Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка: вопросы и ответы. М.: Машиностроение, 2005. 304 с.

INSTALLATION OF BLANKS USING HIDDEN DATABASES – ENSURING THE ACCURACY OF CONTACTING SURFACES

© 2016 V.A. Prilutsky

Samara State Technical University

Methods of installing blanks using hidden databases with examples are described.

Keywords: hidden bases, the plane of symmetry, the axis of symmetry, a point – symmetry center.

Vanzetti Prilutsky, Doctor of Technics, Professor at the
Mechanical Engineering Technology. E-mail: tms@samgtu.ru