

Томский политехнический университет

кафедра ТМСПР

**Проектирование и производство
инструментов**

Кирсанов С.В.

1. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС

Зуборезные инструменты, работающие по методу копирования

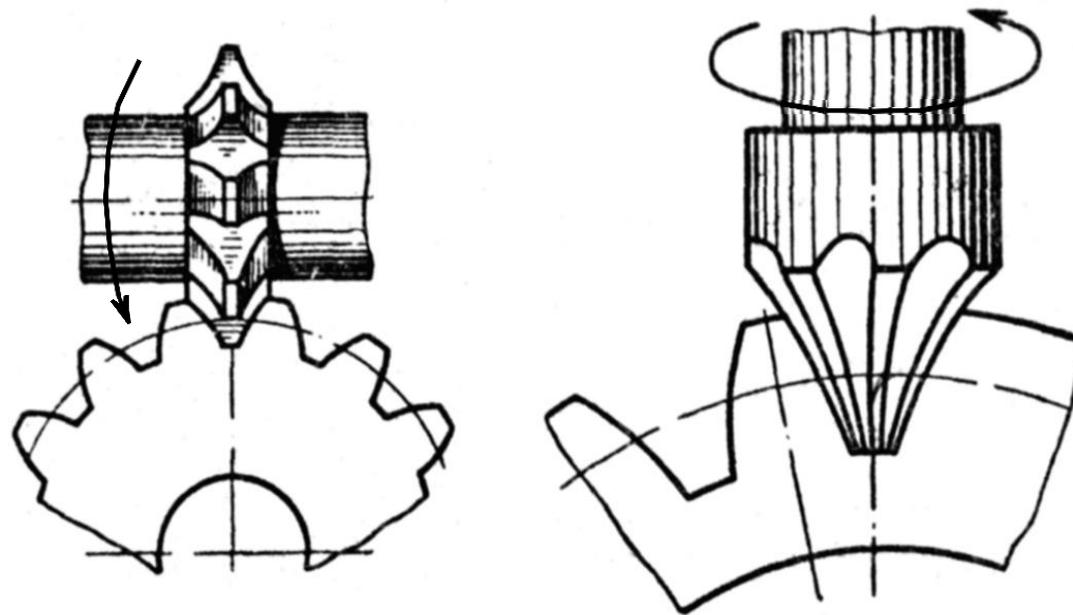


Рис. 9.1. Способы нарезания зубьев колес методом копирования:
a – дисковой модульной фрезой; *б* – пальцевой модульной фрезой

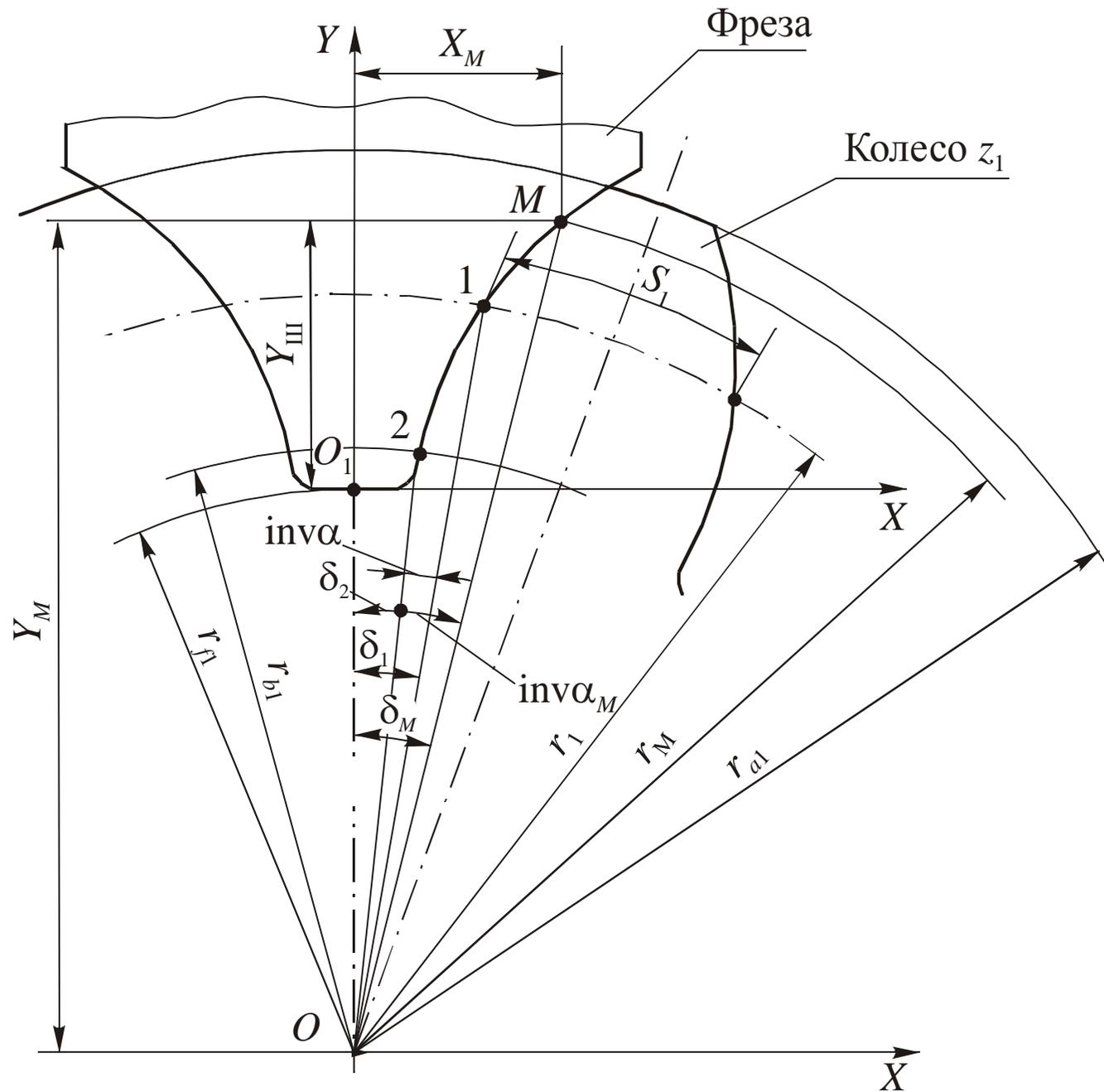


Рис. 9.2. Схема расчета профиля дисковой модульной фрезы

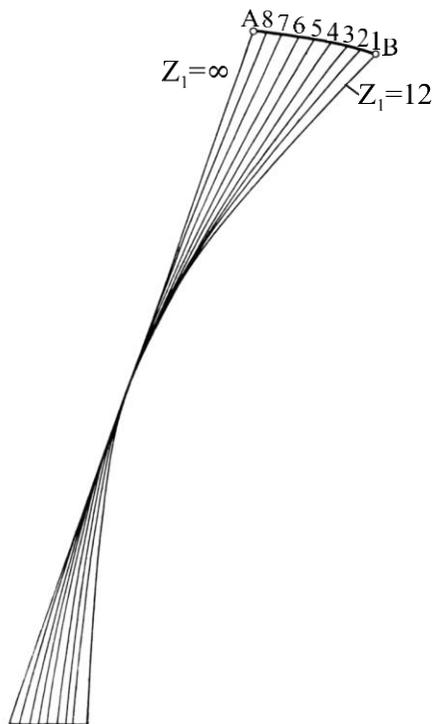


Рис. 9.3. Профили зубьев колес с разным числом зубьев и одного модуля

Зависимость числа нарезаемых зубьев колеса от номера дисковой зуборезной фрезы для комплектов из 8 фрез ($m \leq 8$ мм) и 15 фрез ($m > 8$ мм)

Номер фрезы	Число фрез в комплекте		Номер фрезы	Число фрез в комплекте	
	8	15		8	15
1	12; 13	12	5	26...34	26...29
1 1/2	--	13	5 1/2	--	30...34
2	14...16	14	6	35...54	35...41
2 1/2	--	15; 16	6 1/2	--	42...54
3	17...20	17; 18	7	55...134	55...79
3 1/2	--	19; 20	7 1/2	--	80...134
4	21...25	21; 22	8	135	135...∞
4 1/2	--	23...25			

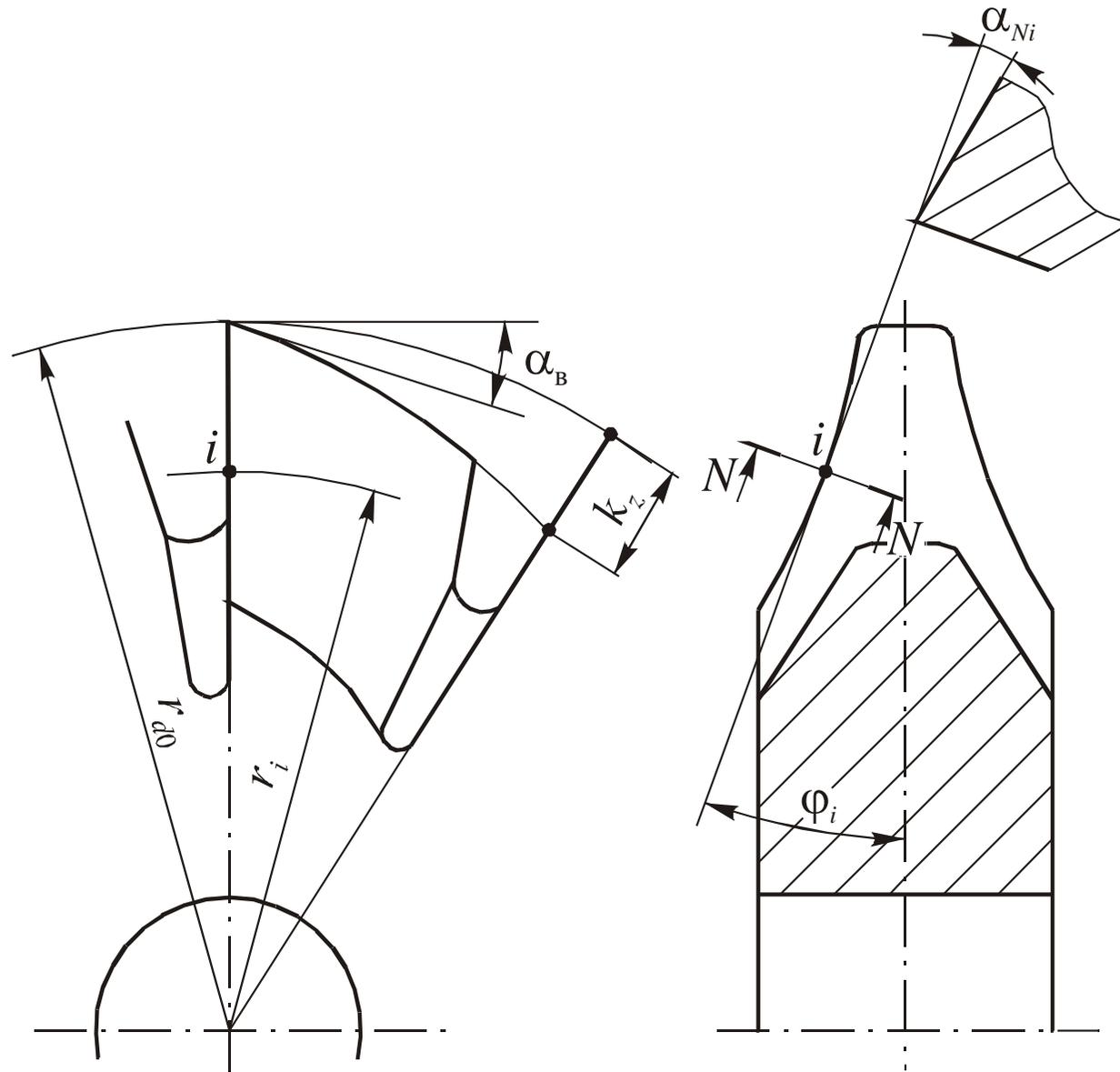


Рис. 9.4. Определение заднего угла на боковых режущих кромках в нормальном сечении

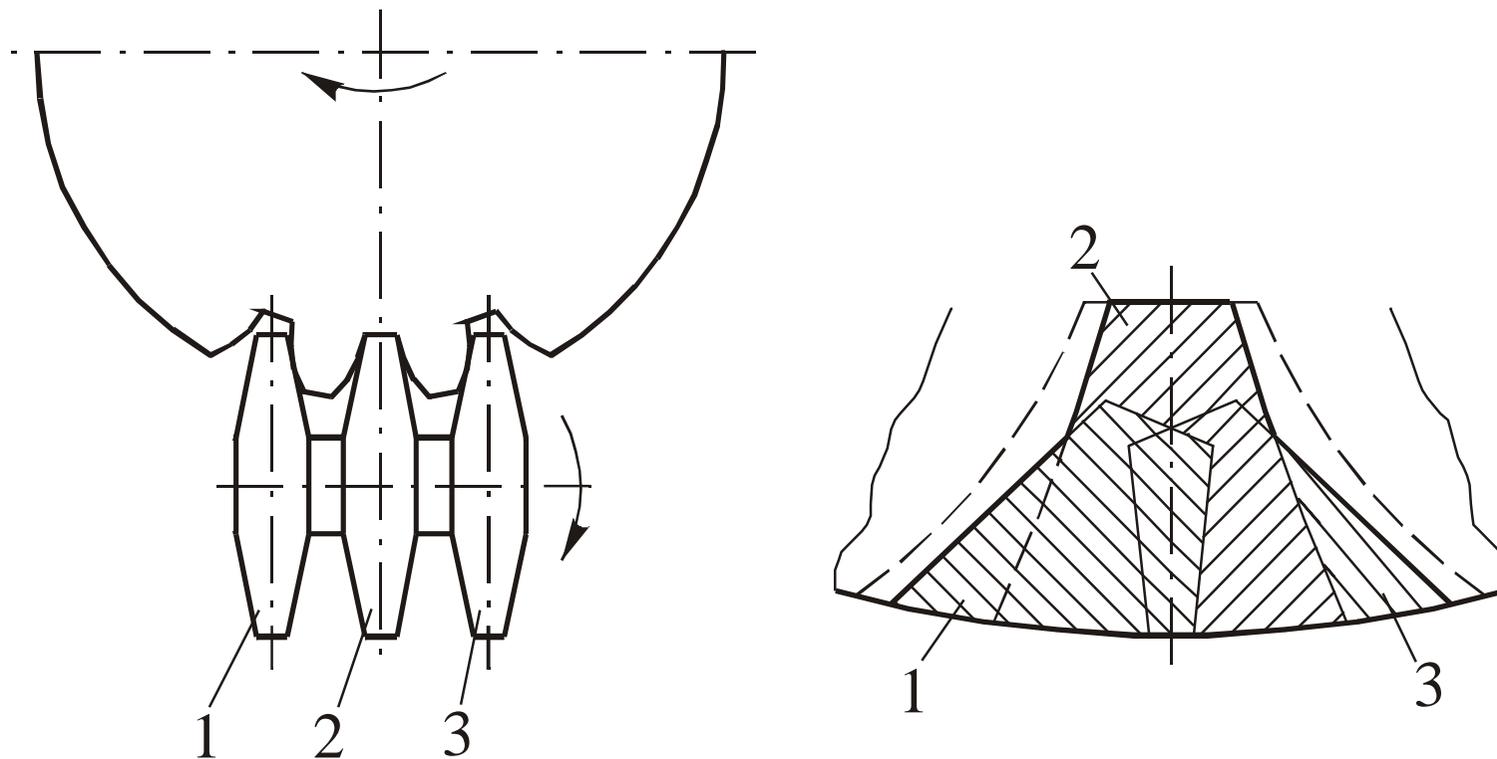


Рис. 9.5. Набор из трех дисковых фрез для чернового нарезания зубчатых колес

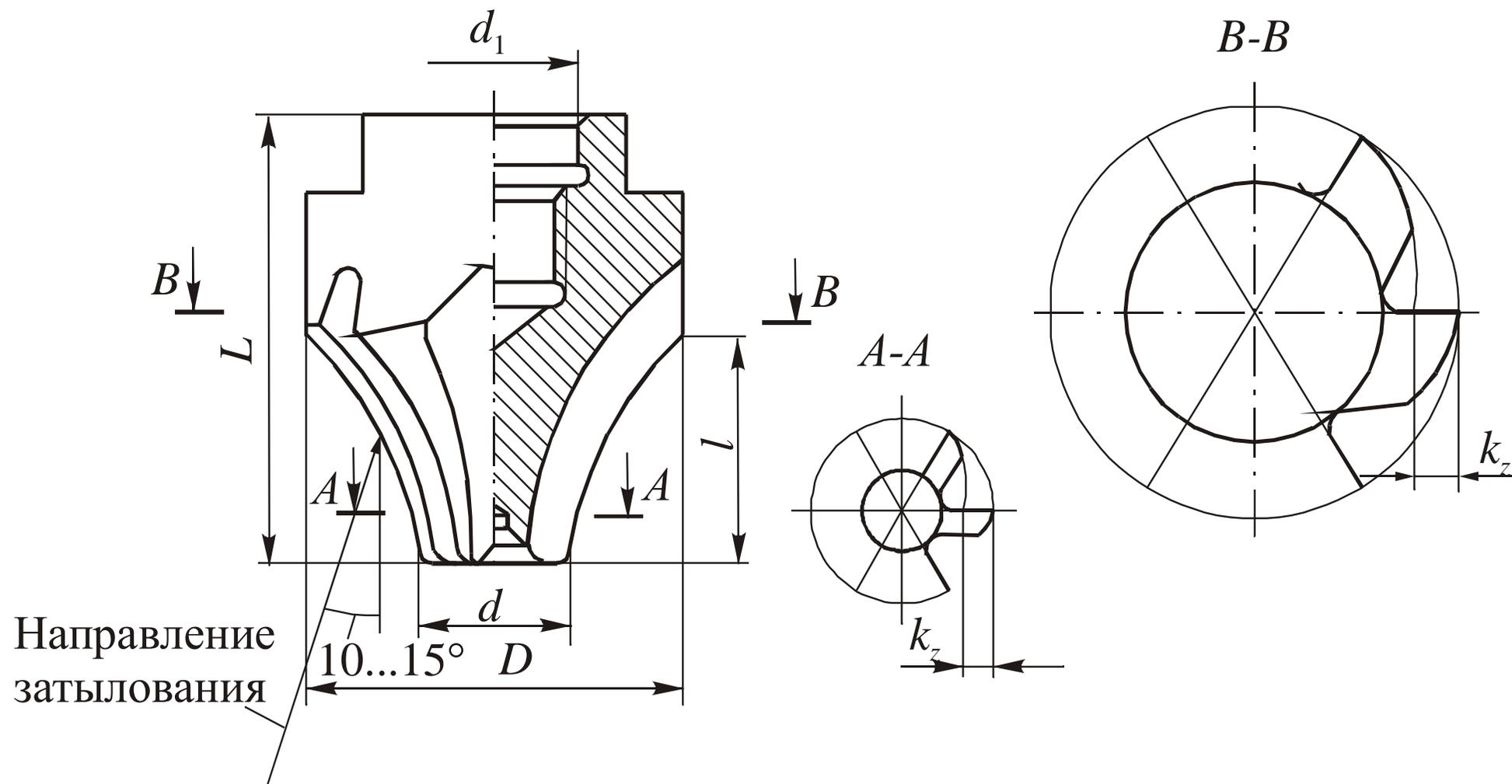


Рис. 9.6. Пальцевая зуборезная фреза

Зуборезные инструменты, работающие по методу обката

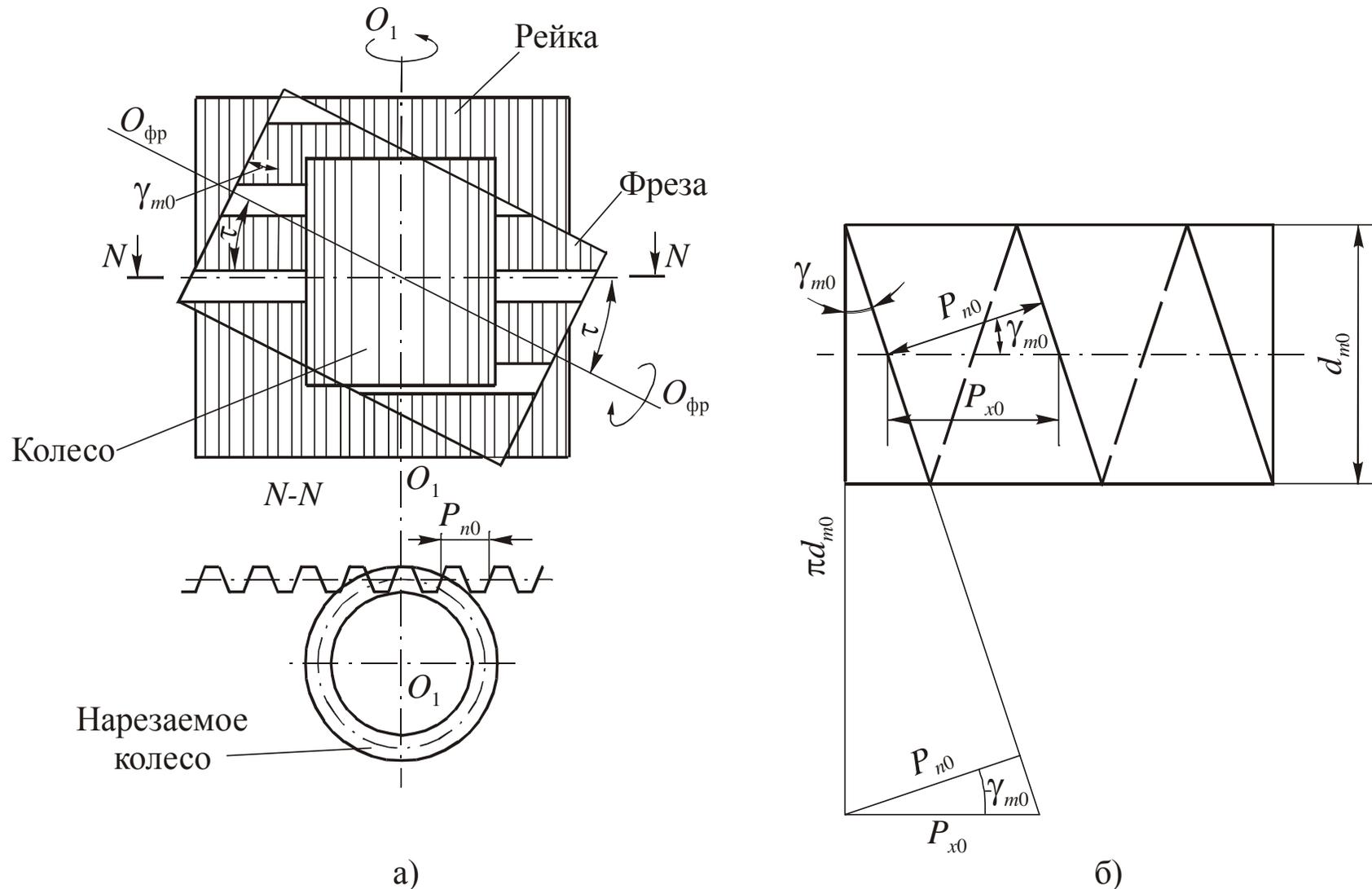


Рис. 9.7. Схема зубонарезания червячной фрезой: а – зацепление колеса и фрезы с рейкой; б – развертка витка фрезы на делительном цилиндре

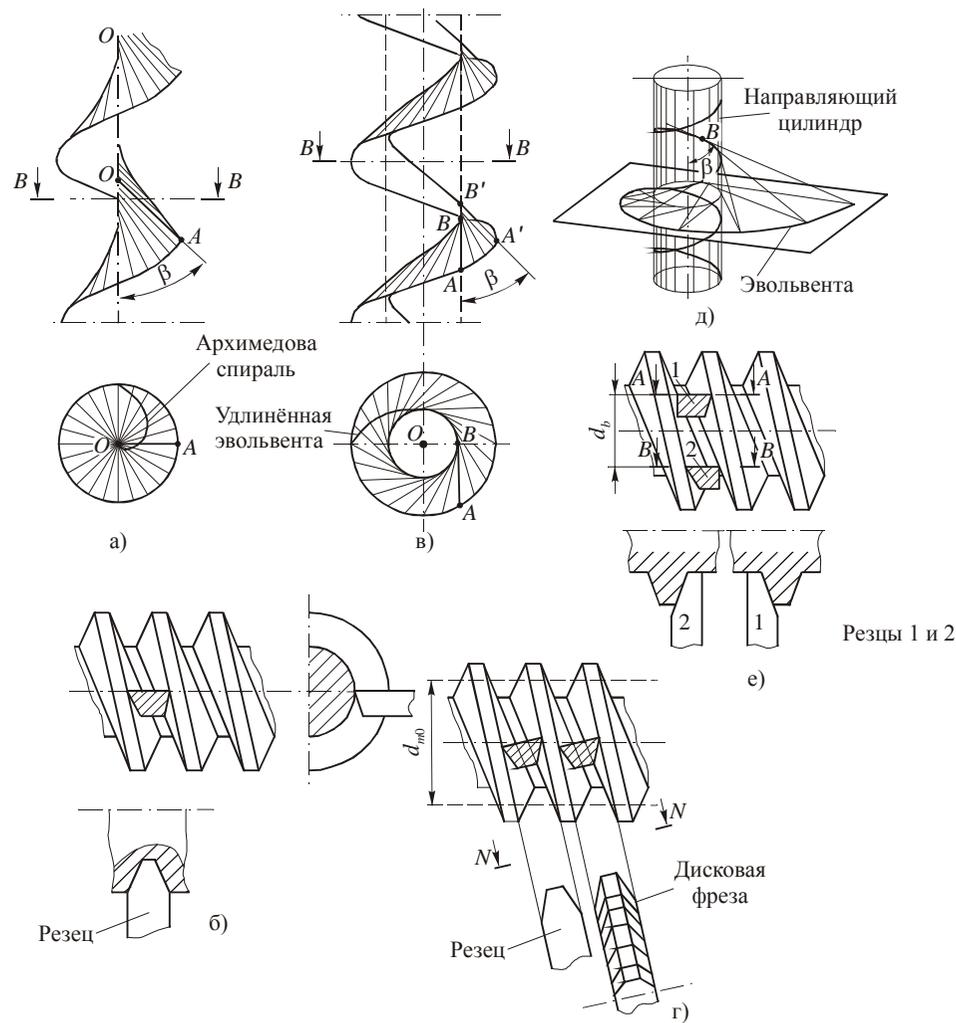
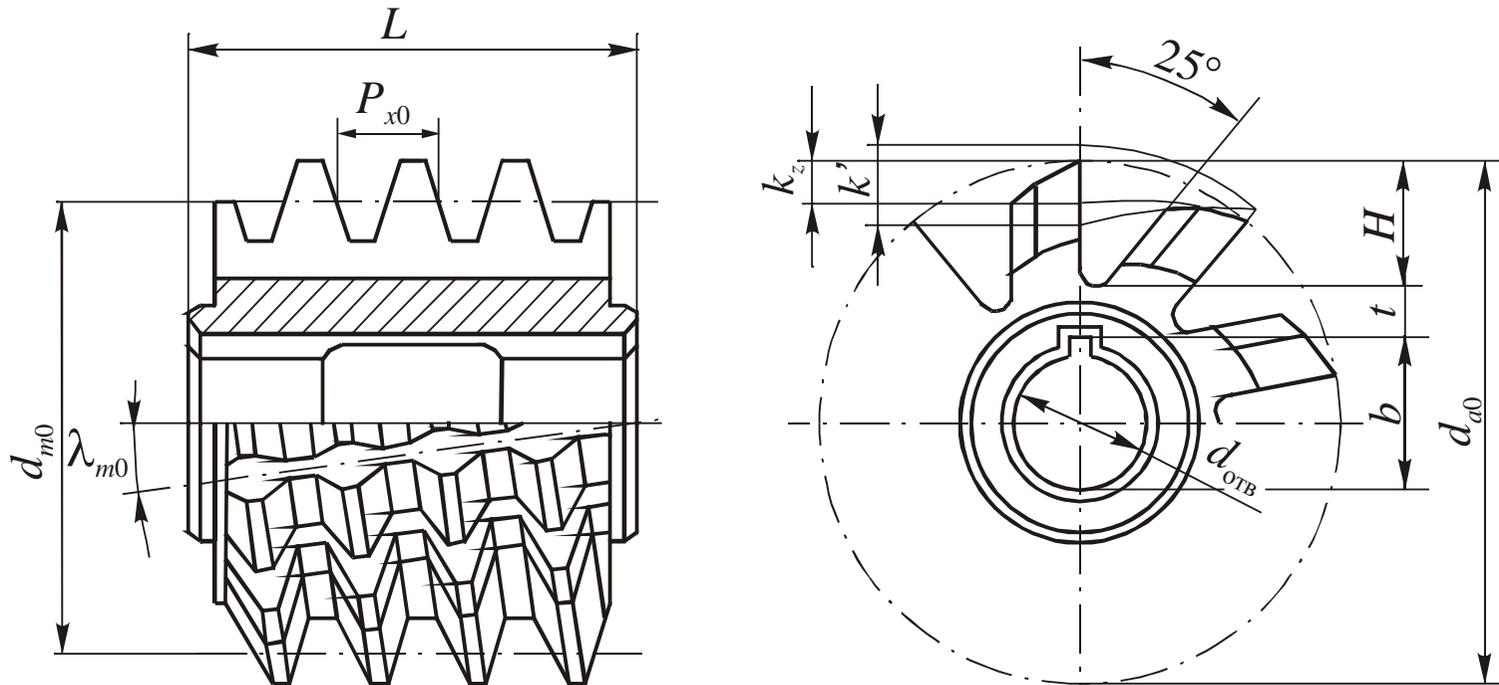


Рис. 9.8. Типы винтовых поверхностей и способы изготовления червяков: *a* – архимедова винтовая поверхность; *б* – способ изготовления архимедова червяка; *в* – конволютная винтовая поверхность; *г* – способы изготовления конволютного червяка; *д* – эвольвентная винтовая поверхность; *е* – способ изготовления эвольвентного червяка



Профиль зубьев
по нормали к виткам

Профиль зубьев
по оси фрезы

Рис. 9.9. Червячная фреза архимедова типа

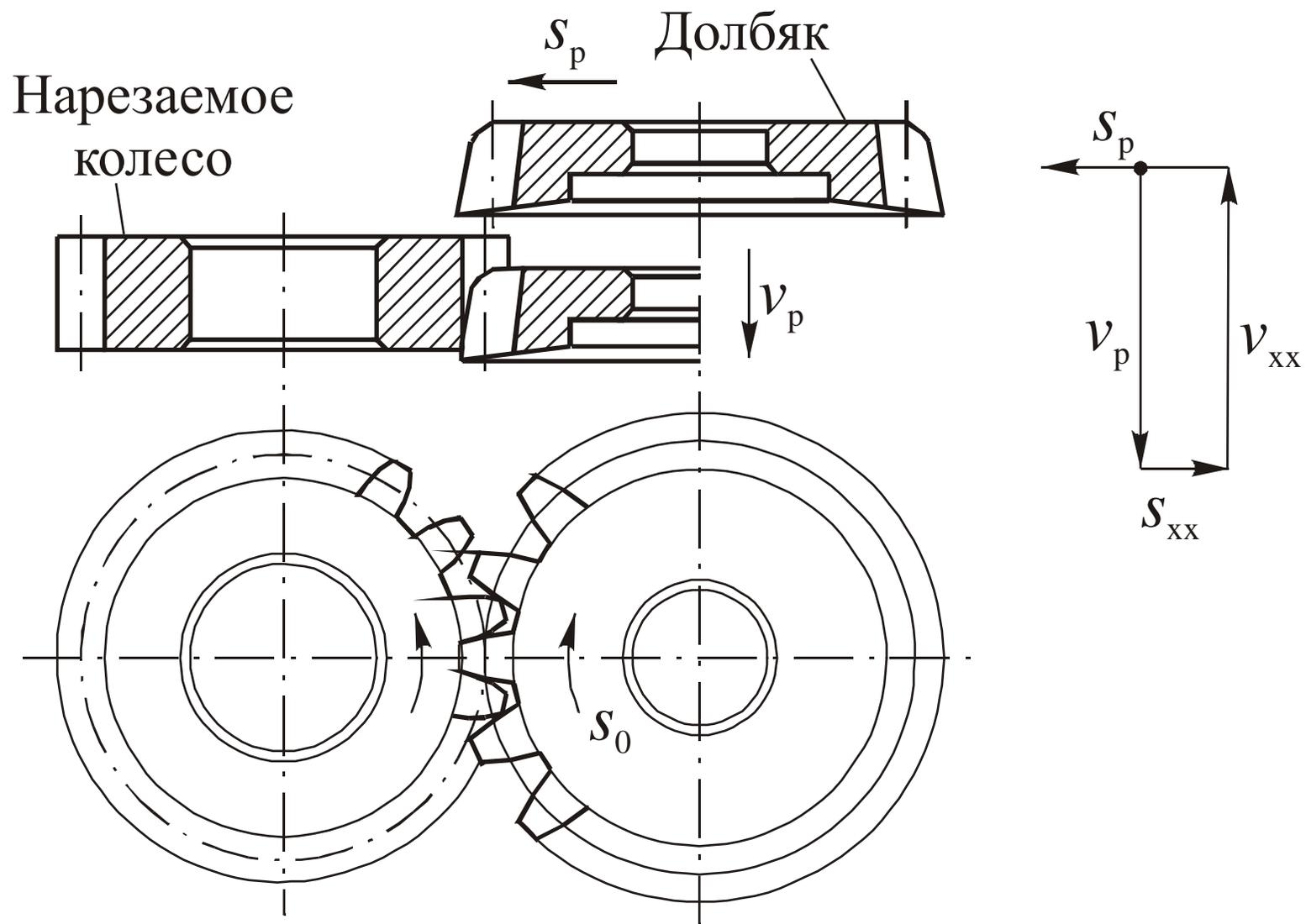


Рис. 9.10. Схема работы зуборезного долбьяка

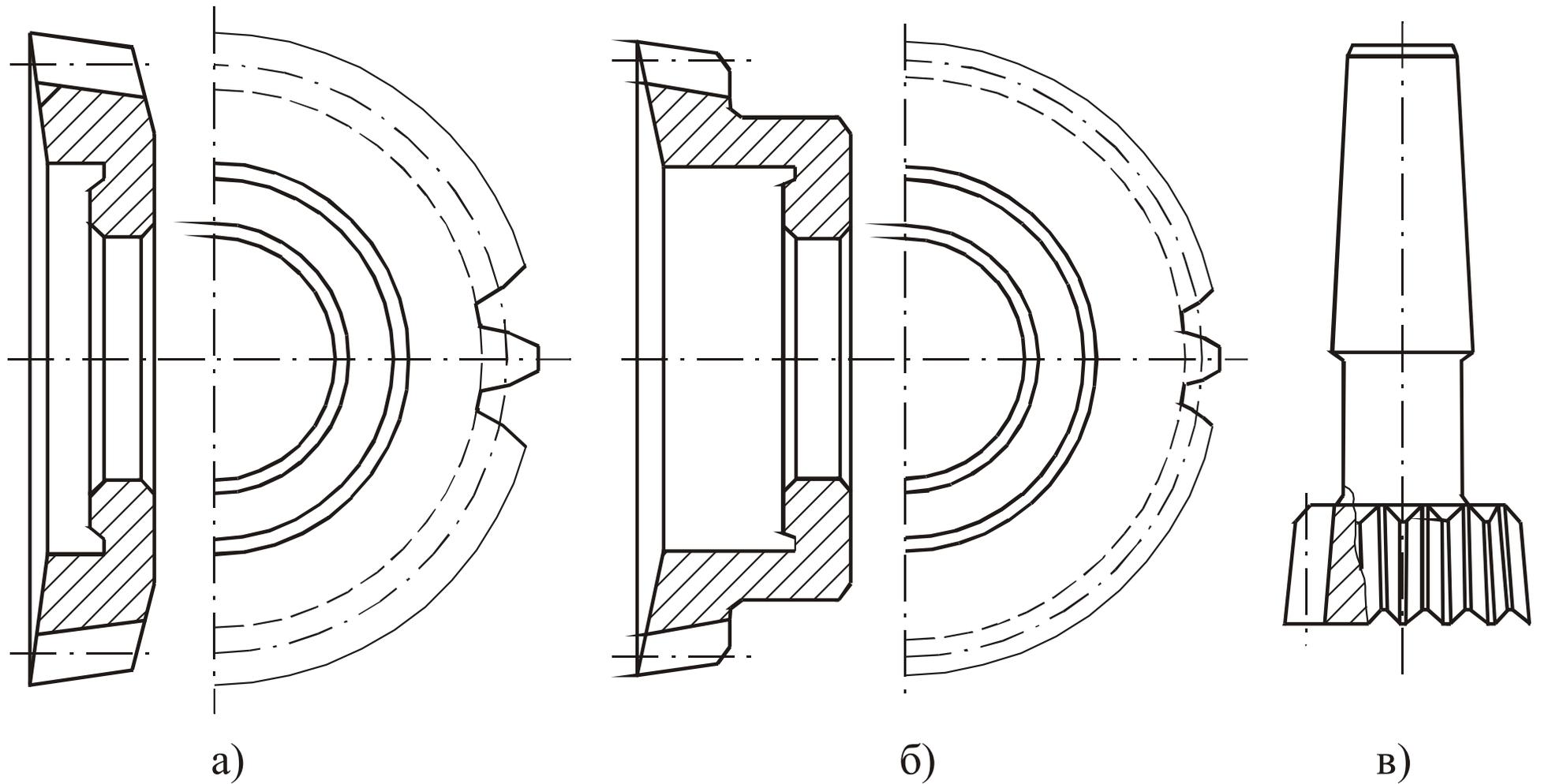


Рис. 9.11. Типы конструкций долбяков: *а* – дисковый; *б* – чашечный; *в* – хвостовой

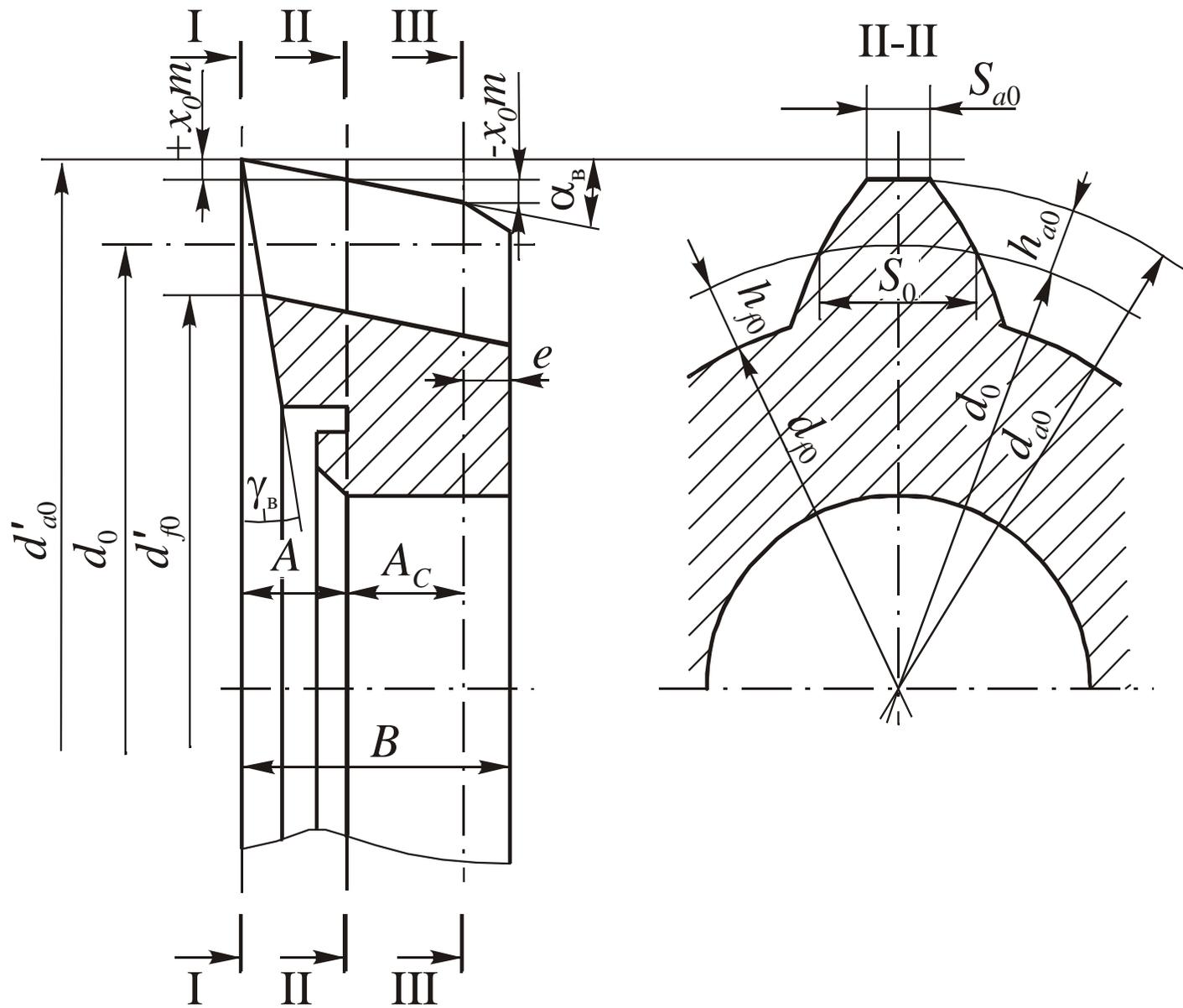


Рис. 9.12. Основные параметры долбьяка

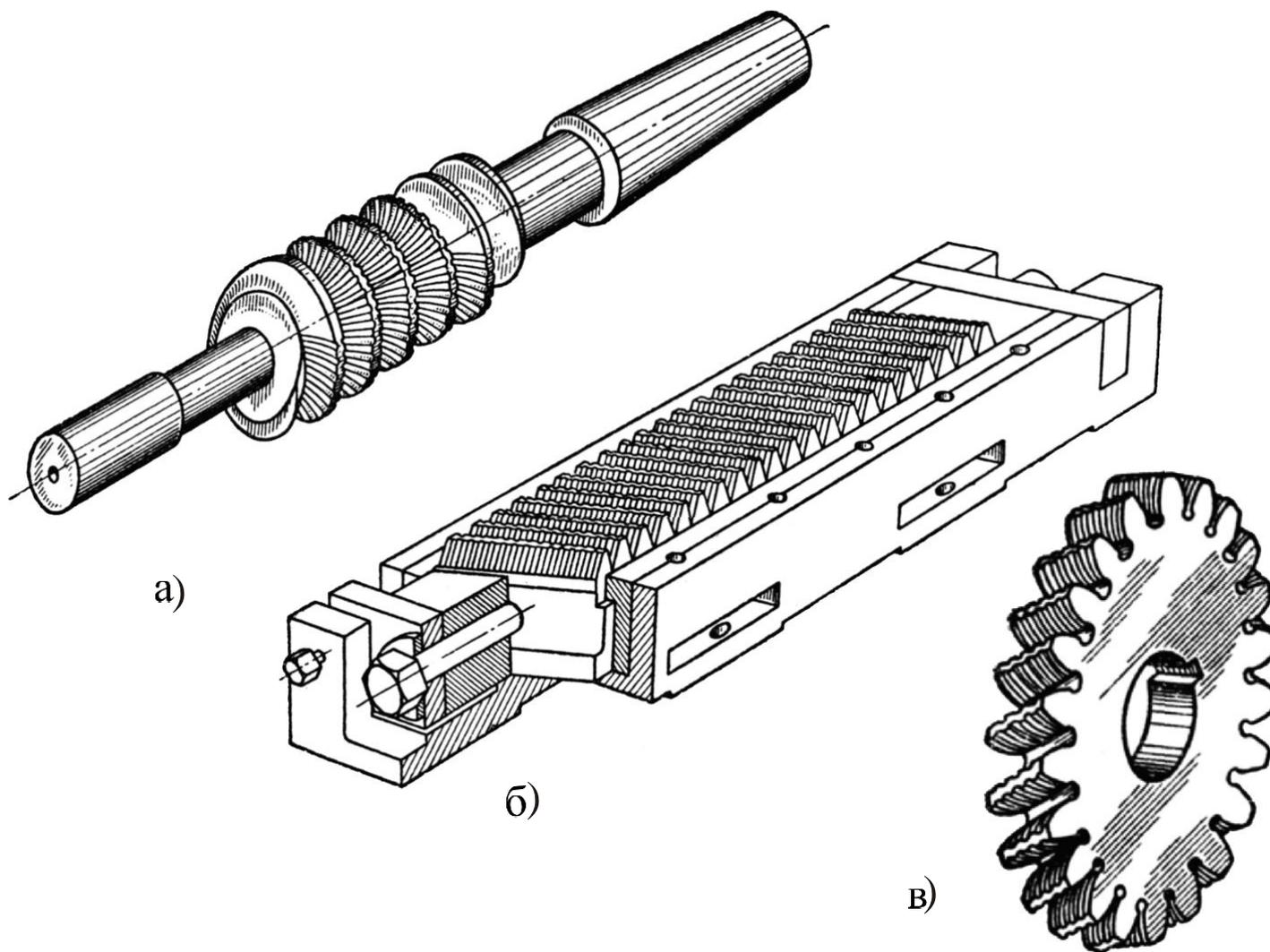


Рис. 9.13. Типы шеверов: *а* – червячный шевер; *б* – реечный;
в – дисковый

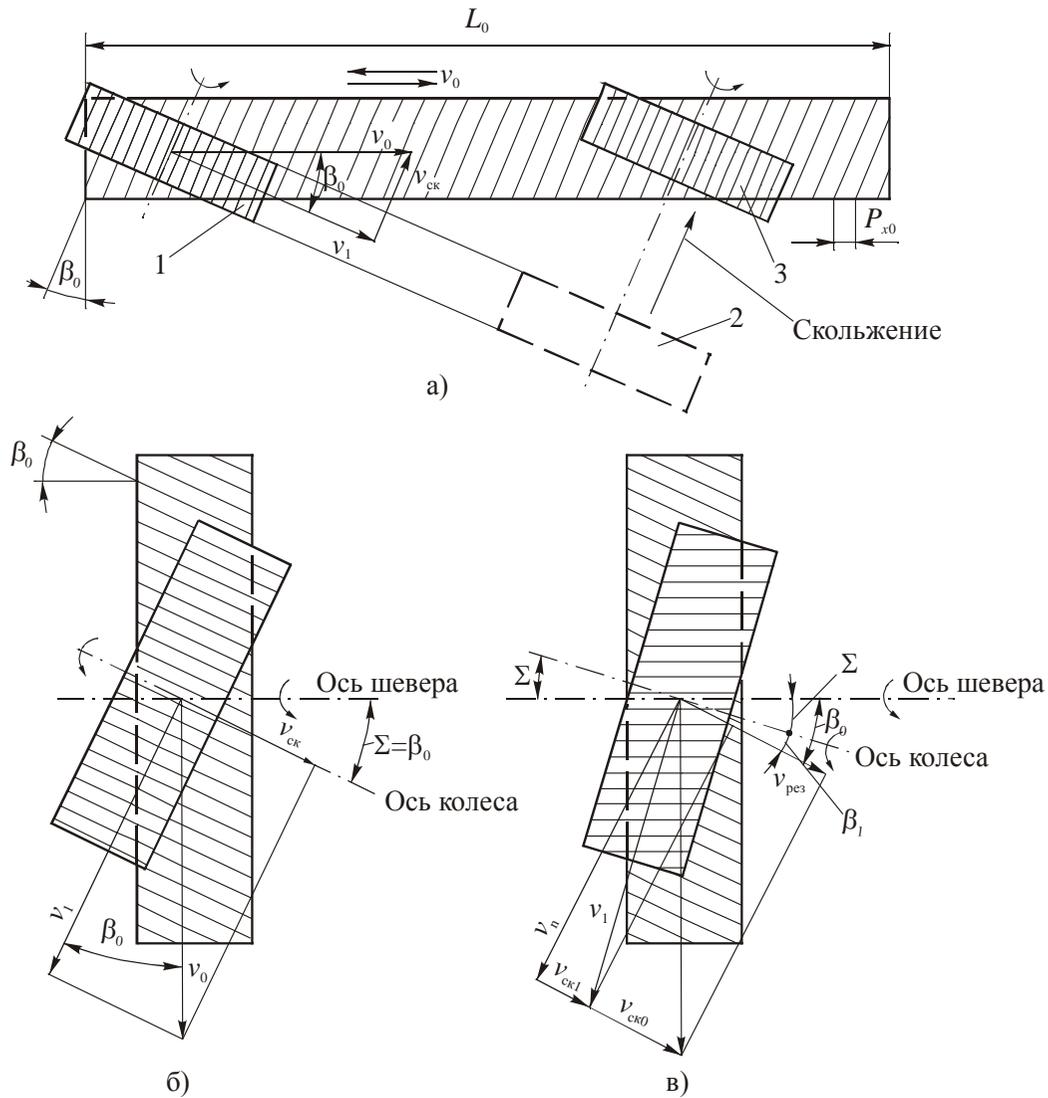


Рис. 9.14. Принципы работы шевра: *а* – зацепление косозубого шевра-рейки с прямозубым колесом; *б* – зацепление дискового косозубого шевра с прямозубым колесом; *в* – зацепление косозубого колеса с косозубым шеввером

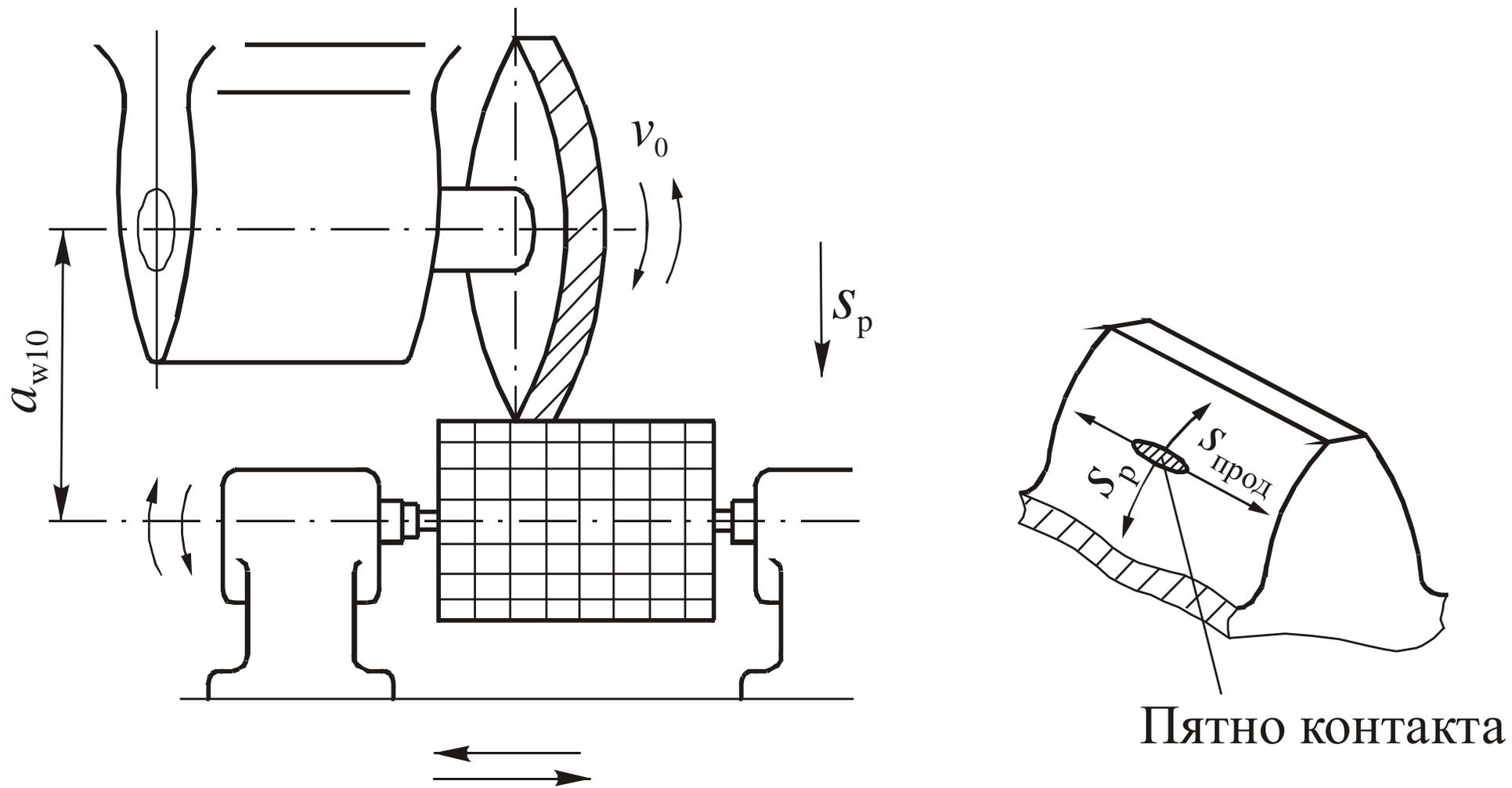


Рис. 9.15. Установка на станке шевера и обрабатываемого колеса

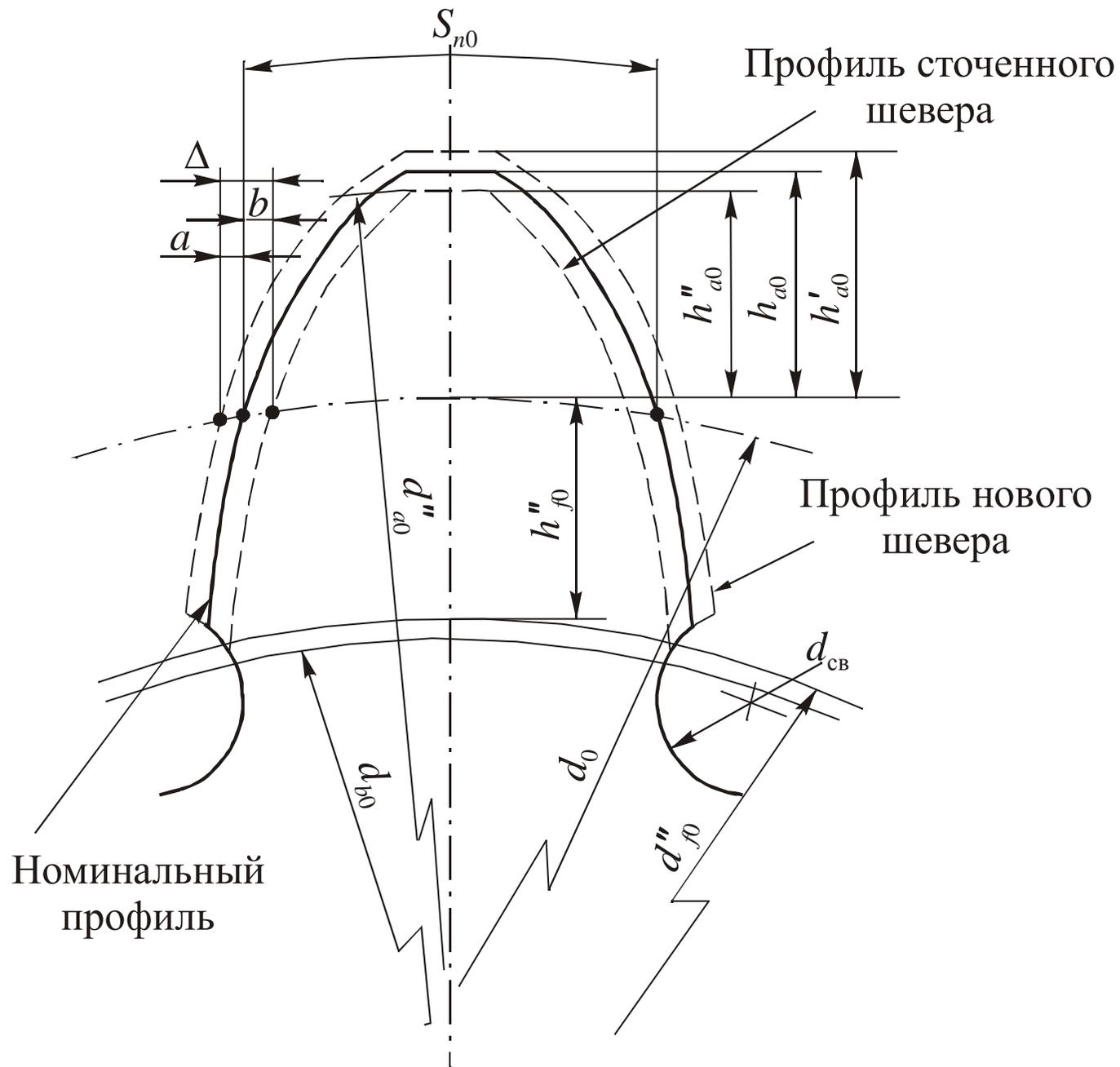


Рис. 9.16. Распределение припуска на переточку зубьев шевера

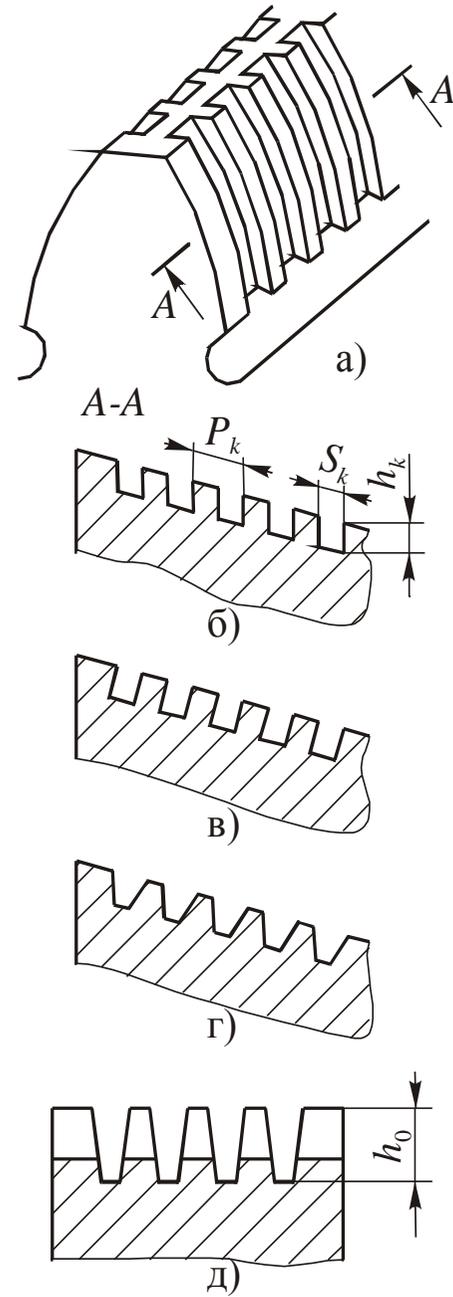


Рис. 9.17. Формы стружечных канавок шевера

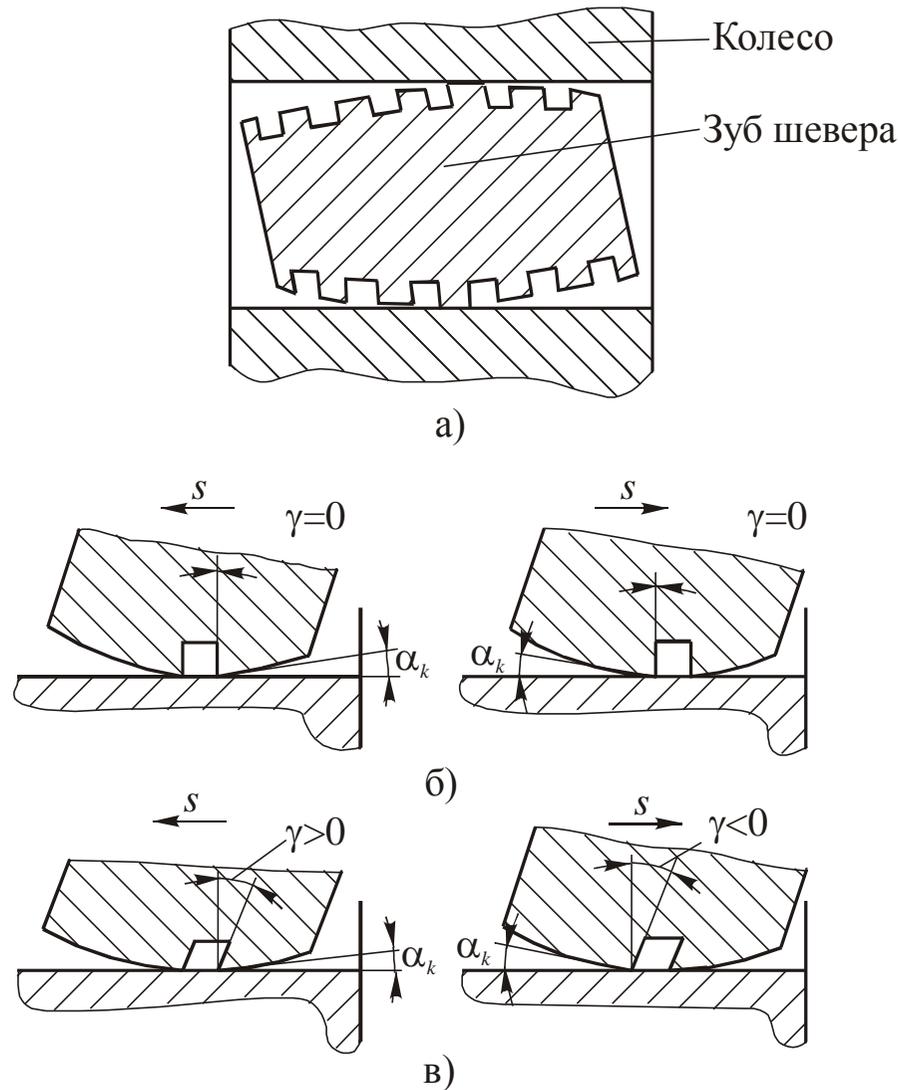


Рис. 9.18. Контакт зубьев шевера и колеса: *a* – развертка сечения зуба шевера делительным цилиндром во впадине зуба колеса; *б* – передний и задний углы в случае, когда канавки перпендикулярны направлению зуба; *в* – канавки параллельны торцу зуба

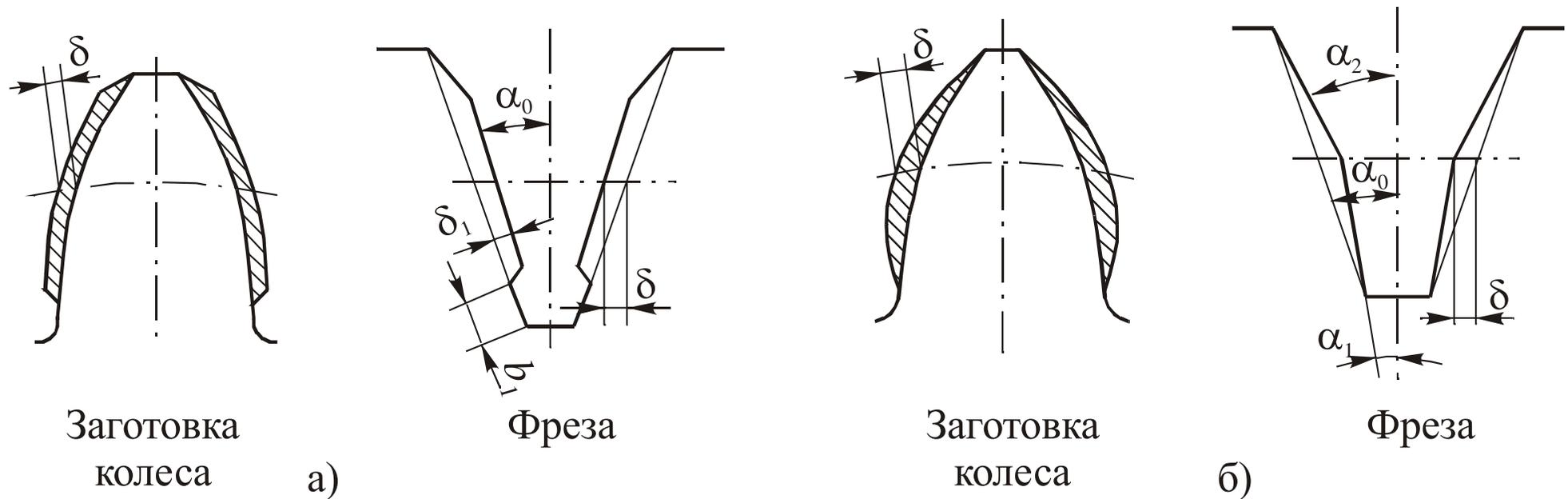


Рис. 9.19. Припуск под шевингование и формы зубьев инструментов для нарезания зубьев колес под шевингование червячной фрезой:
а – равномерный припуск; *б* – неравномерный припуск

2. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС

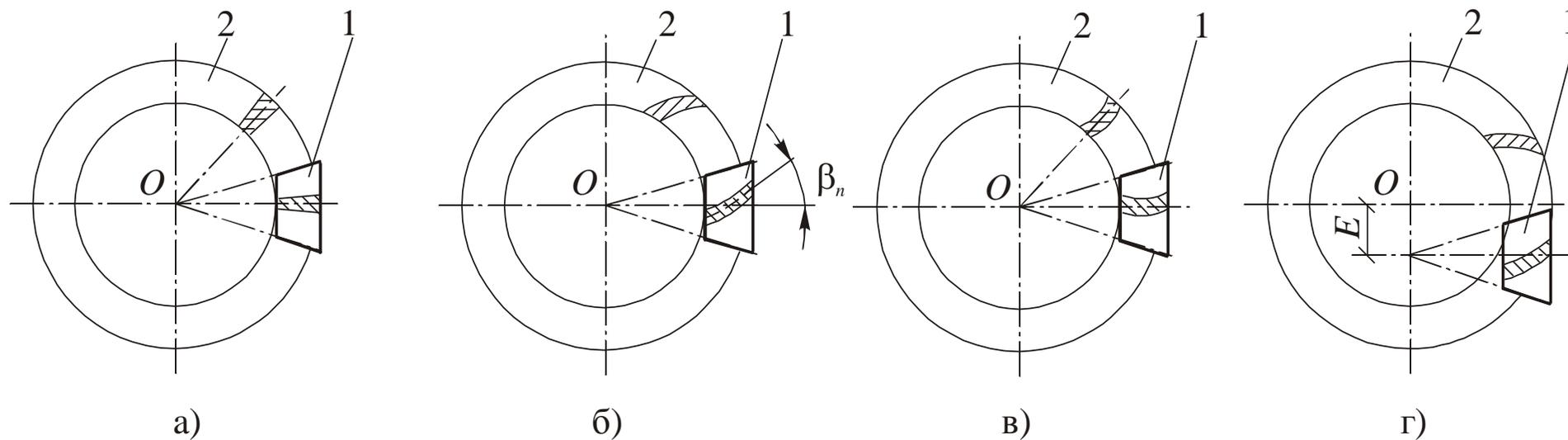
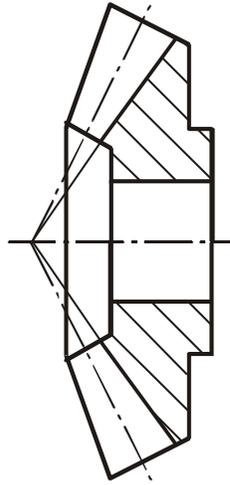
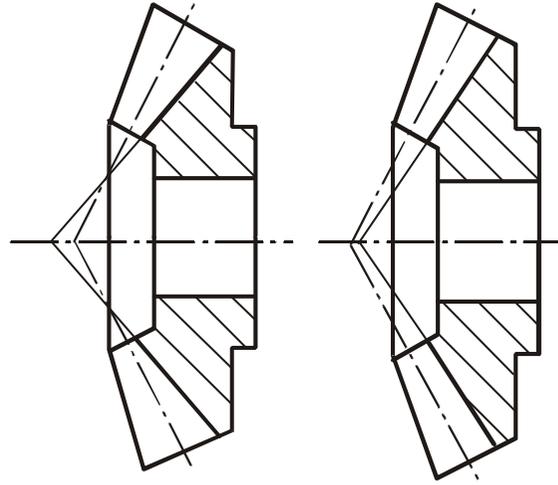


Рис. 10.1. Типы конических передач: *а* – прямозубые; *б* – с круговыми зубьями ($\beta_n > 0$); *в* – типа Зерол ($\beta_n = 0$); *г* – гипоидные ($\beta_n > 0$)

Форма I



Форма II



Форма III

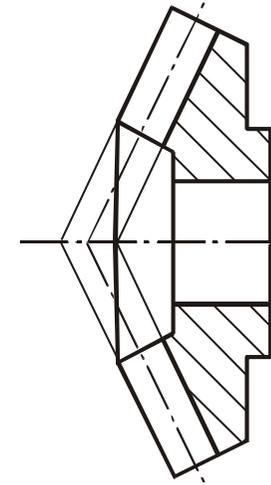


Рис.10.2. Основные формы зубьев конических колес:

I - пропорционально понижающиеся; II – со смещением вершин конусов;
III – равновысокие

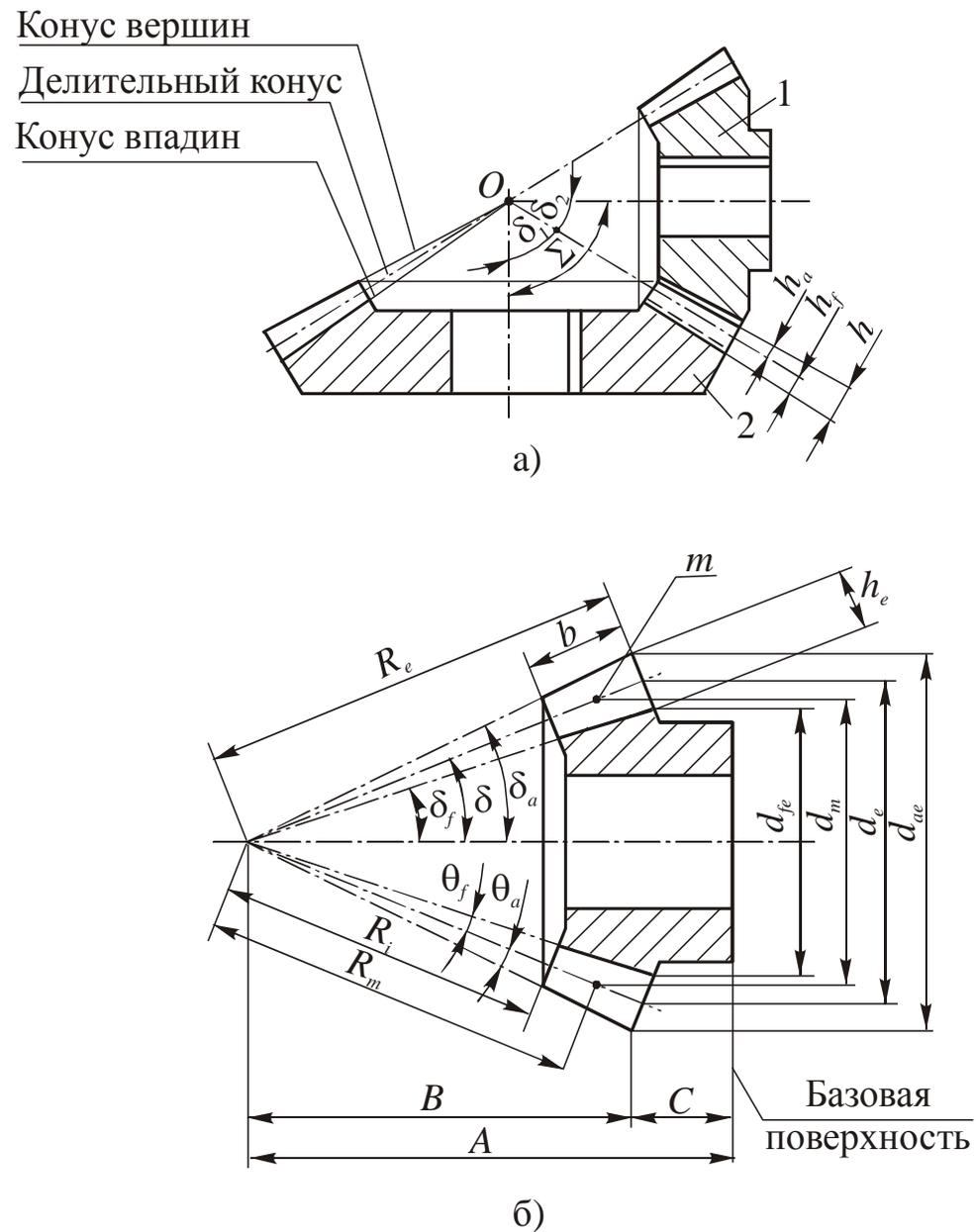


Рис. 10.3. Конические зубчатые колеса: *а* – схема зацепления; *б* – основные параметры в осевом сечении

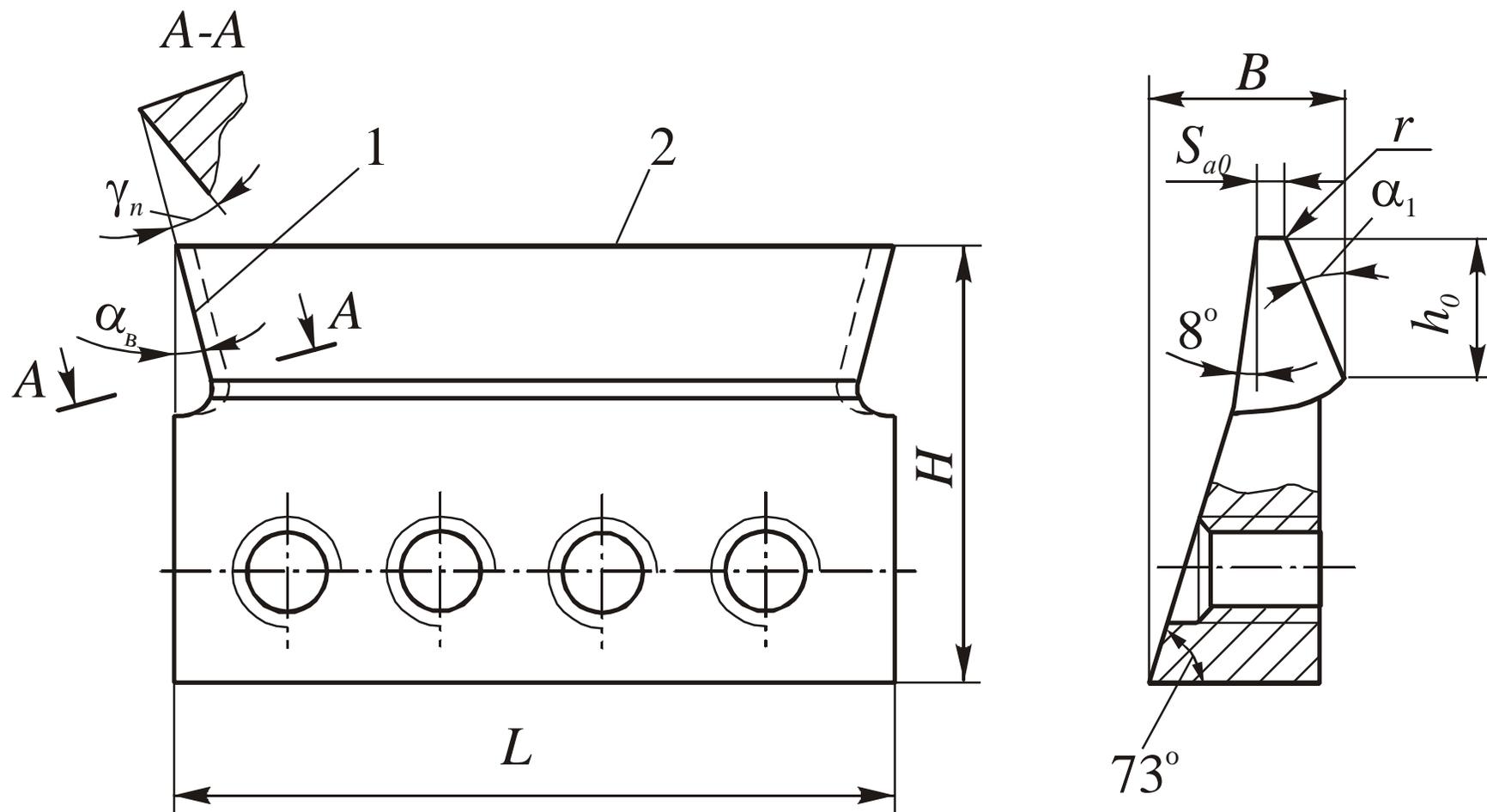


Рис. 10.5. Зубострогальный резец

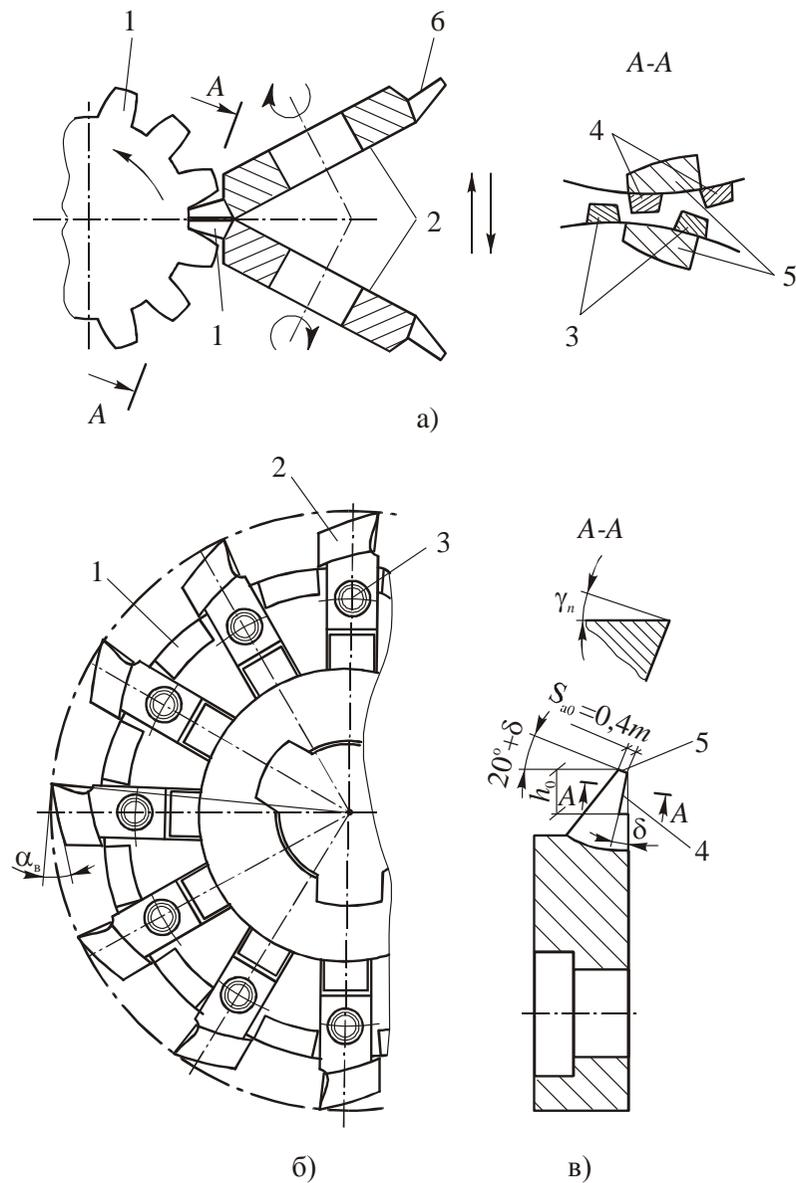


Рис. 10.6. Дисковая зуборезная фреза: а – схема чистовой обработки зубьев конического колеса; б – конструкция сборной фрезы; в – нож фрезы

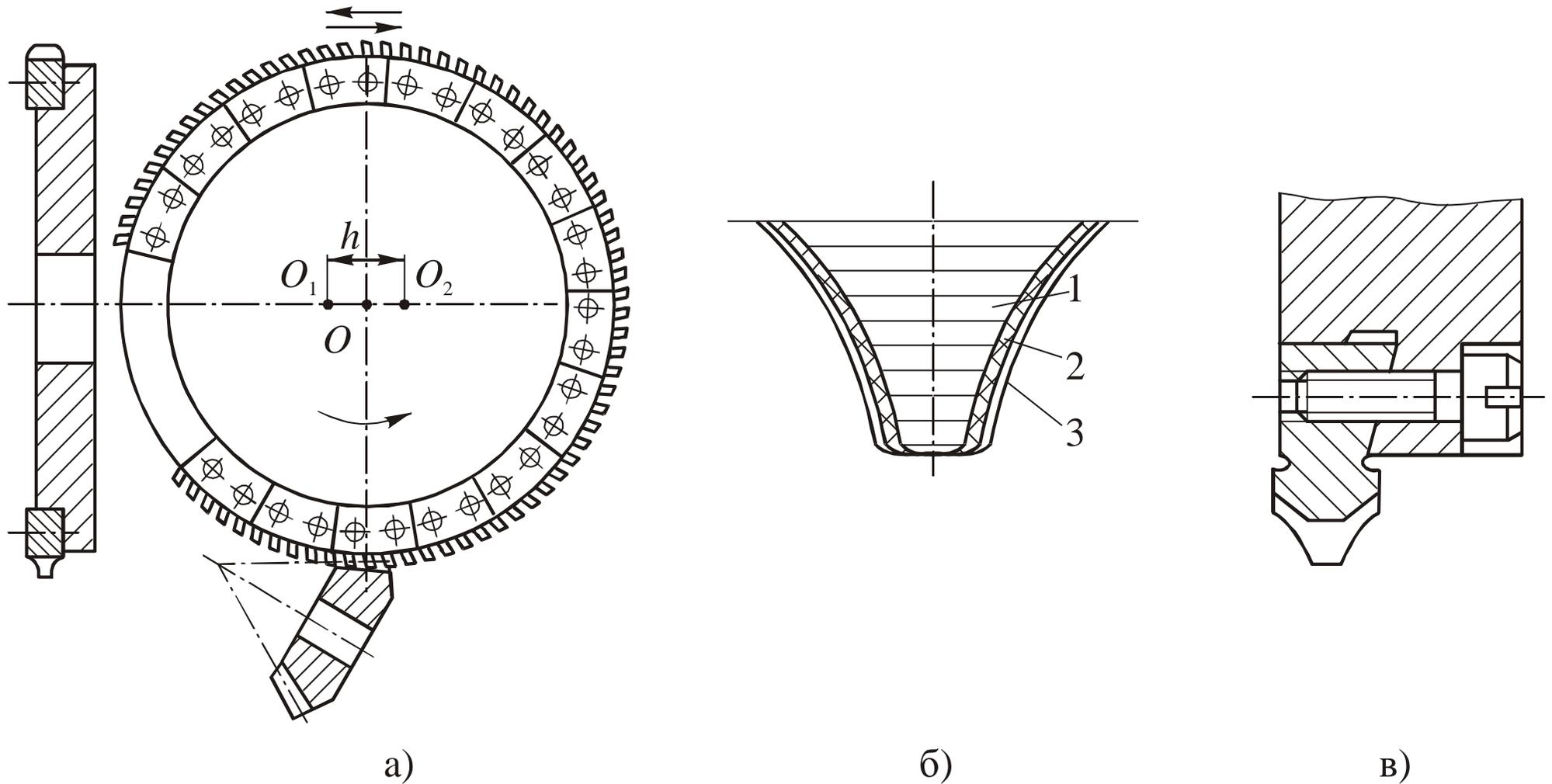


Рис. 10.7. Круговая протяжка для нарезания прямозубых конических колес: *а* – конструкция протяжки; *б* – схема удаления припуска из впадины между зубьями нарезаемого колеса (*1* – черновые зубья, *2* – получистовые зубья, *3* – систовые зубья); *в* – крепление блока резцов протяжки и форма режущих кромок зубьев

Инструменты для нарезания конических колес с криволинейными зубьями

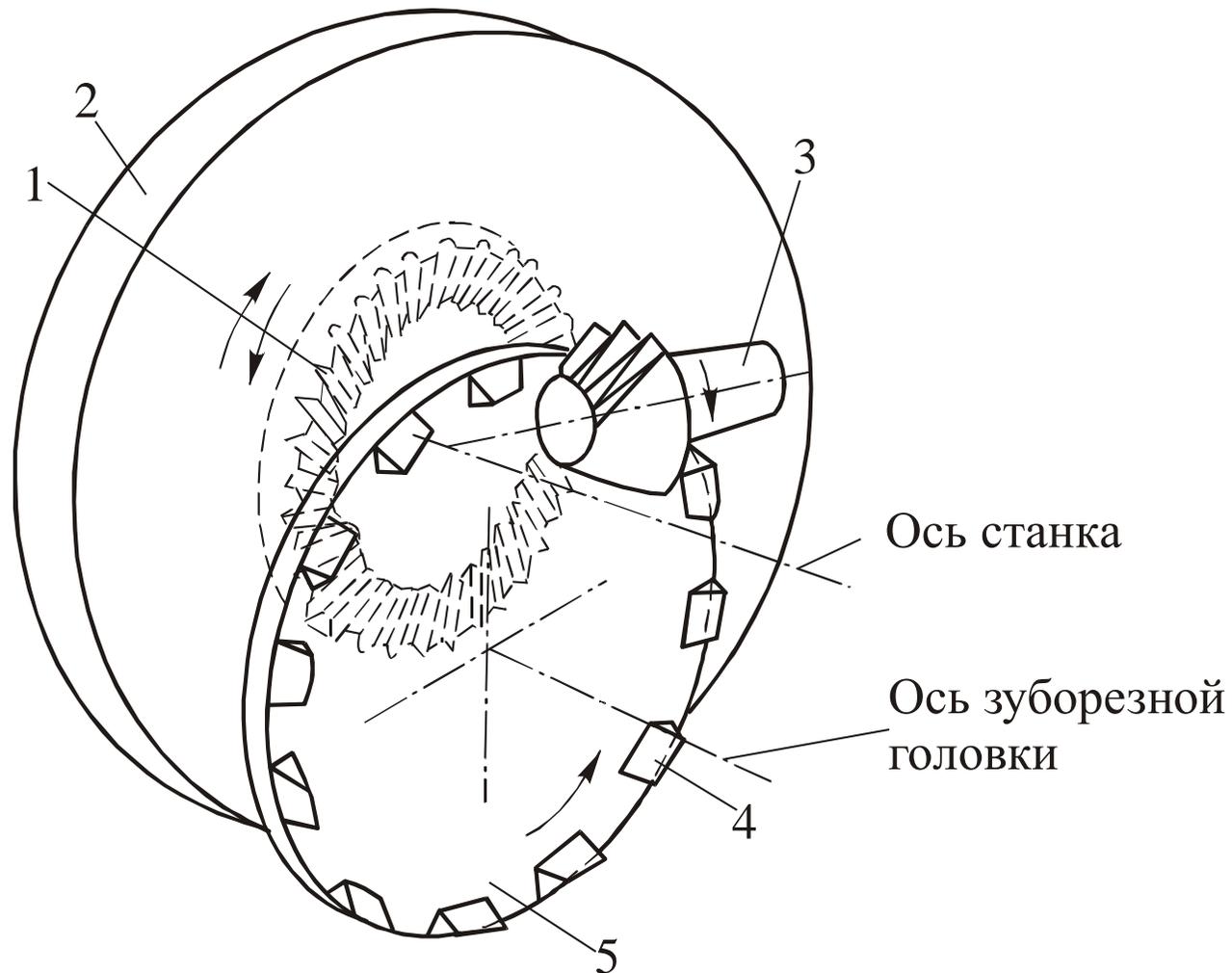
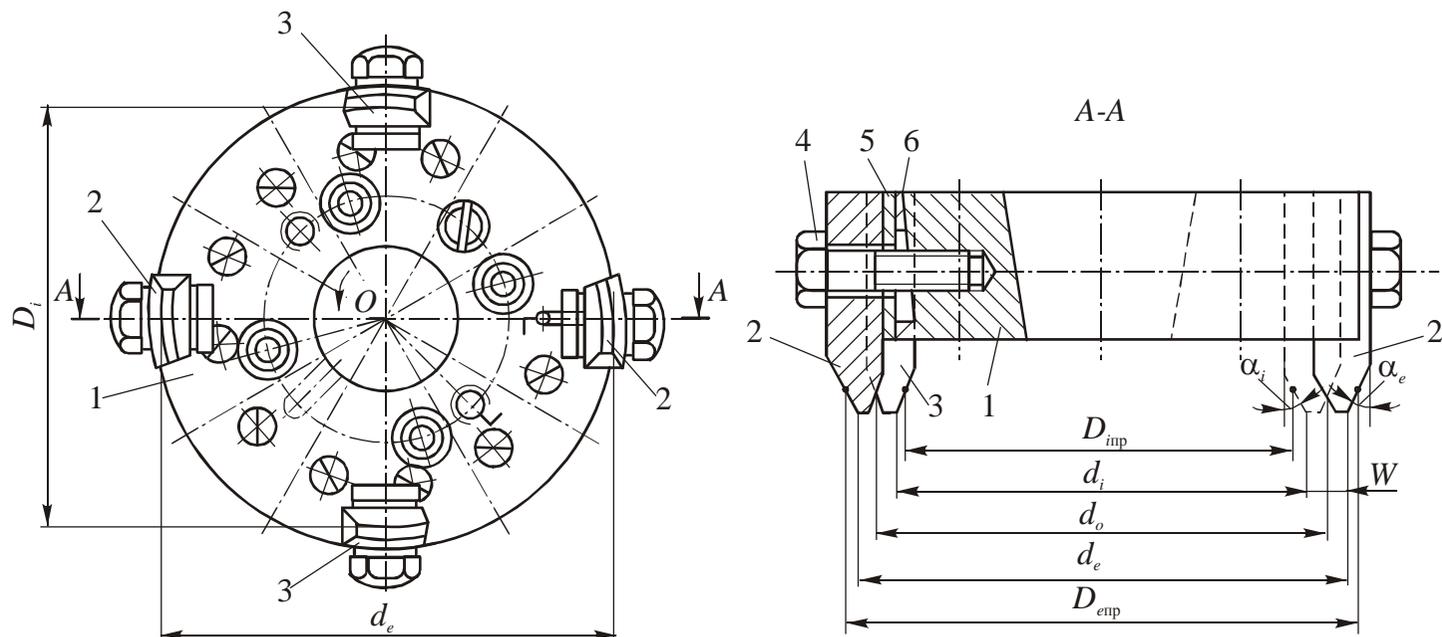
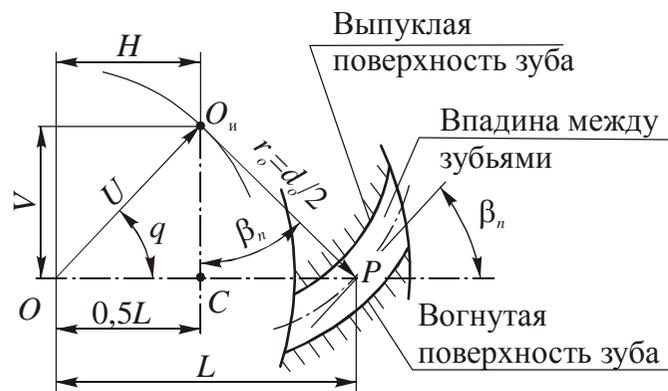


Рис. 10.8. Схема нарезания криволинейных зубьев конических колес зуборезной головкой по методу обката



а)



б)

Рис. 10.9. Зуборезная головка двухстороннего резания:
a – конструкция головки и ее основные параметры; *б* – впадина криволинейных (круговых) зубьев конического колеса

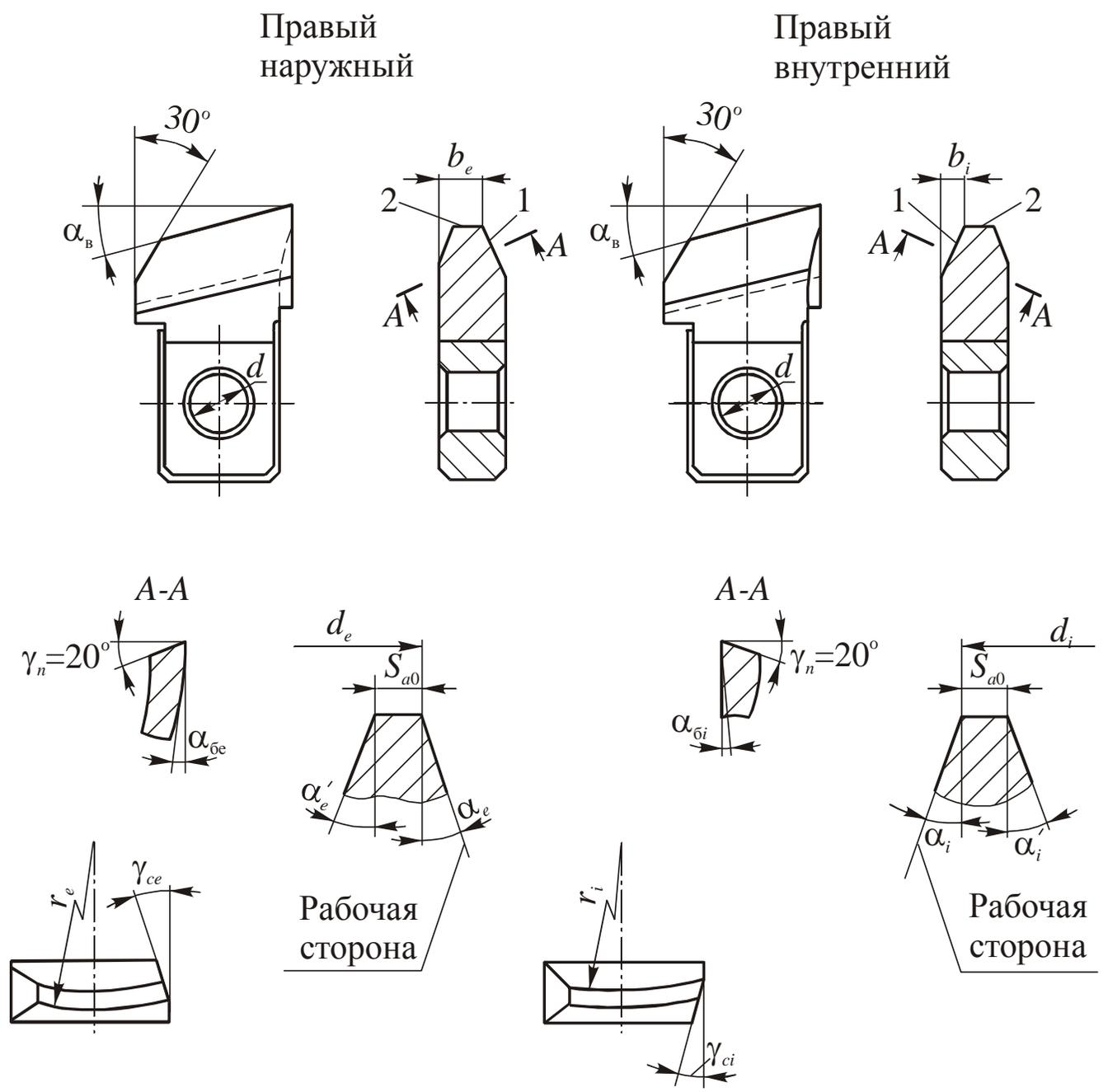


Рис. 10.10. Чистовые резцы зуборезной праворежущей головки

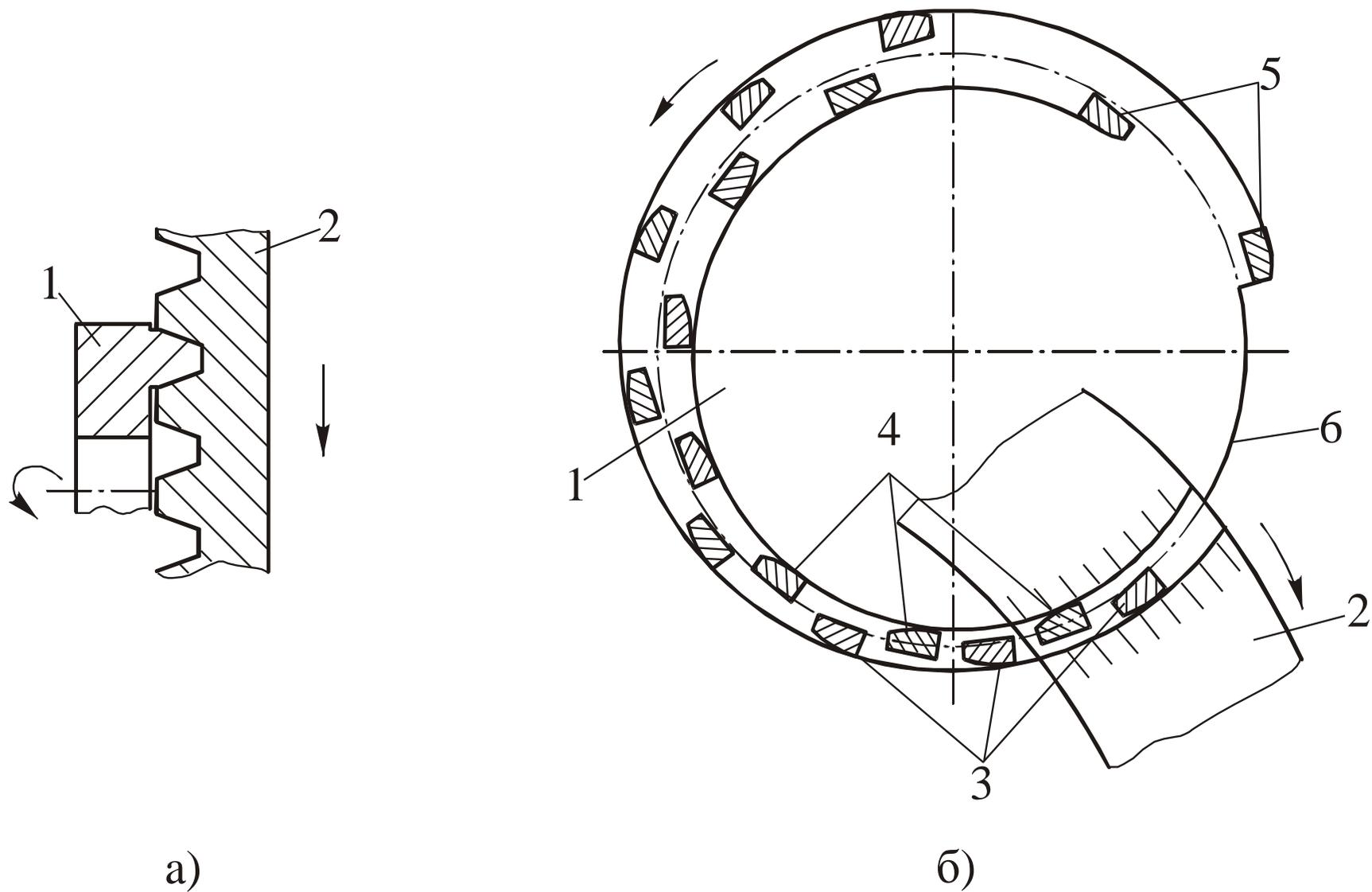


Рис. 10.11. Нарезание головкой-протяжкой криволинейных зубьев конических колес: *а* – схема резания; *б* – головка-протяжка

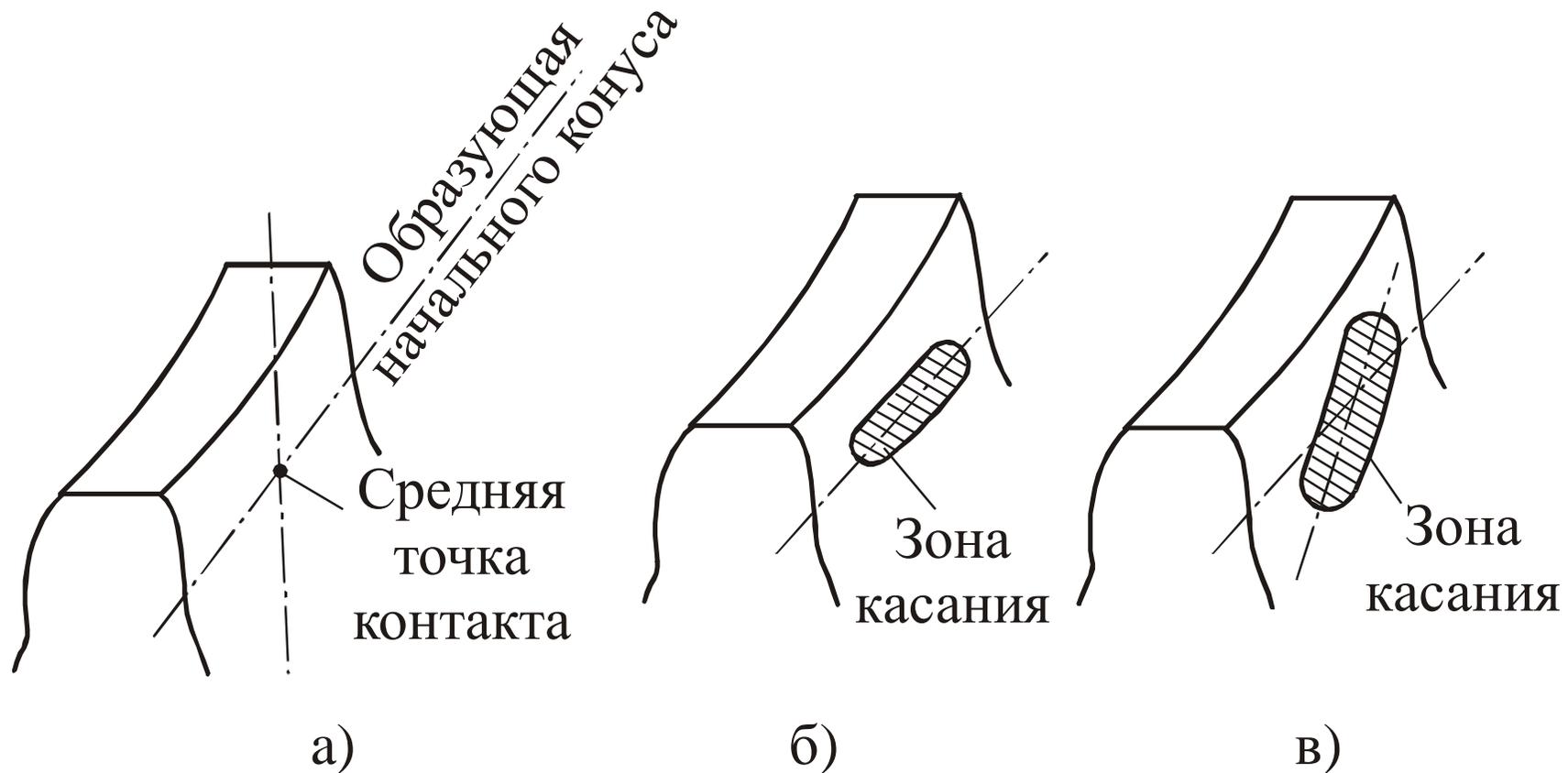


Рис. 10.12. Пятно контакта криволинейных зубьев конических колес:
а, б – большая ось пятна контакта совпадает с образующей начального конуса; *в* – диагональное расположение большой оси пятна контакта

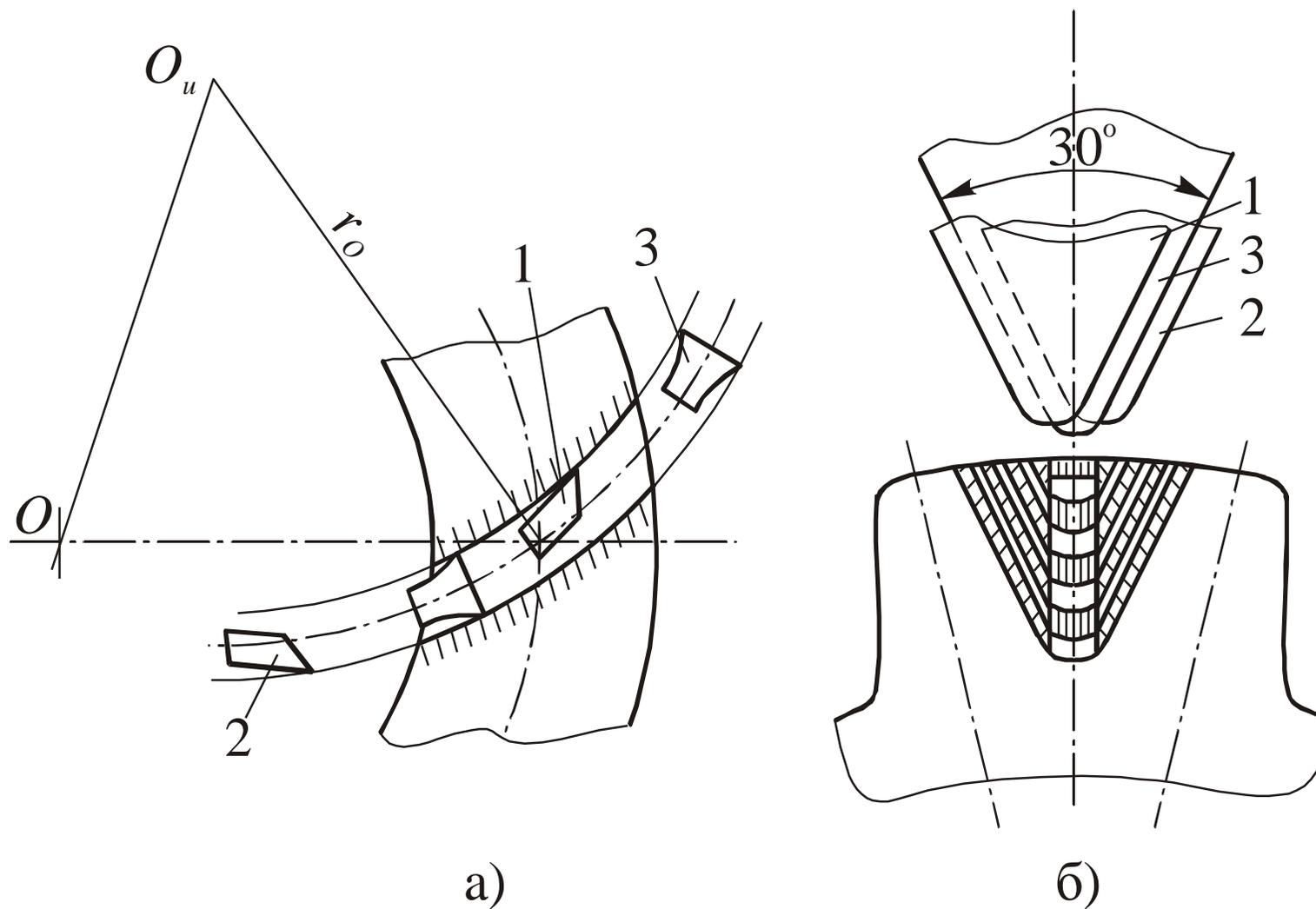


Рис. 10.13. Нарезание зубьев конических колес черновыми головками трехстороннего резания: *а* – схема нарезания зубьев; *б* – распределение припуска между зубьями

3. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Требования к инструментальной оснастке, применяемой в автоматизированном производстве, и мероприятия, обеспечивающие их выполнение

№ п/п	Требования к инструментальной оснастке	Мероприятия, обеспечивающие выполнение требований к инструментальной оснастке
1	Сокращение времени простоев станков при установке, смене и настройке инструментов на размер	Применение подсистем вспомогательных инструментов, обеспечивающих автоматическую смену инструментов; настройка инструментов на размер вне станка; автоматическое точное и жесткое крепление инструментов на станке
2	Высокая производительность обработки заготовок широкой номенклатуры	Применение наиболее совершенных инструментальных материалов, новых, более прочных твердых сплавов, керамики, эльбора и алмазов; нанесение износостойких покрытий на СМП, применяемых взамен напайных пластин и др.
3	Высокая размерная стойкость инструментов, уменьшающая частоту их смены	Выбор более износостойких инструментальных материалов и оптимальных режимов резания; применение инструментов с автоматической поднастройкой на размер в процессе резания, осуществляемой по сигналу контрольных устройств, встроенных в станок
4	Концентрация операций и переходов, позволяющая сократить вспомогательное время и повысить точность обработки	Использование комбинированных инструментов
5	Снижение затрат на проектирование и изготовление инструментальной оснастки	Использование метода агрегатно-модульного проектирования сборных инструментов

Режущие инструменты, применяемые в автоматизированном производстве

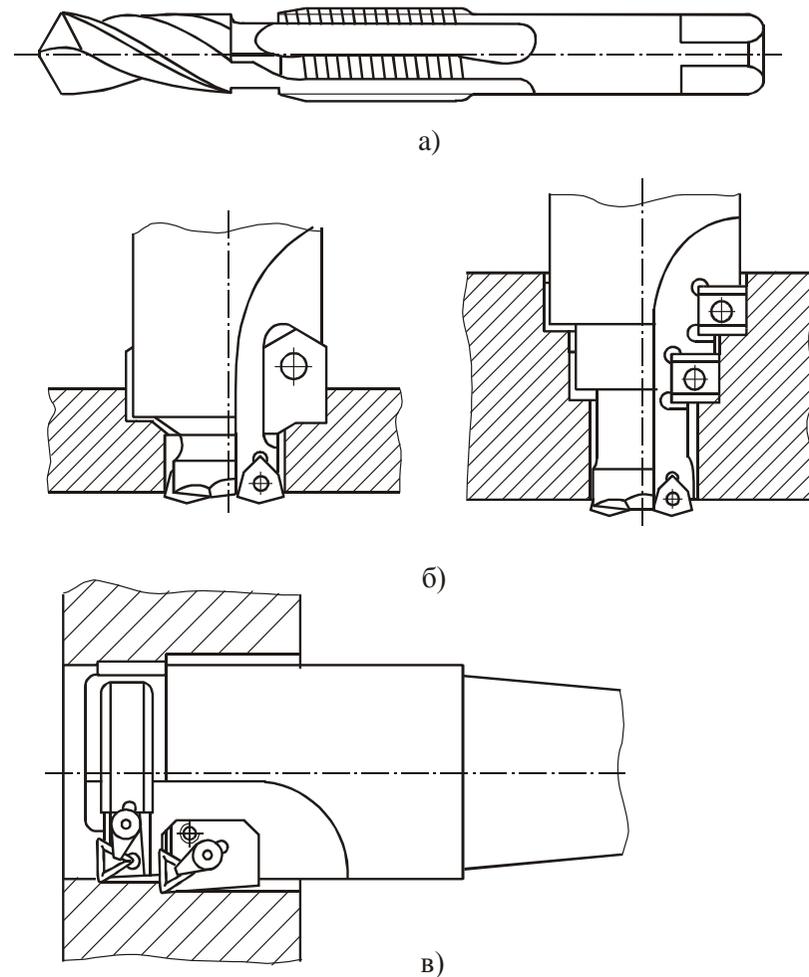


Рис. 11.1. Комбинированные инструменты: *а* – сверло-метчик; *б* – сверло-зенкер; *в* – расточная оправка, оснащенная твердосплавными СМП

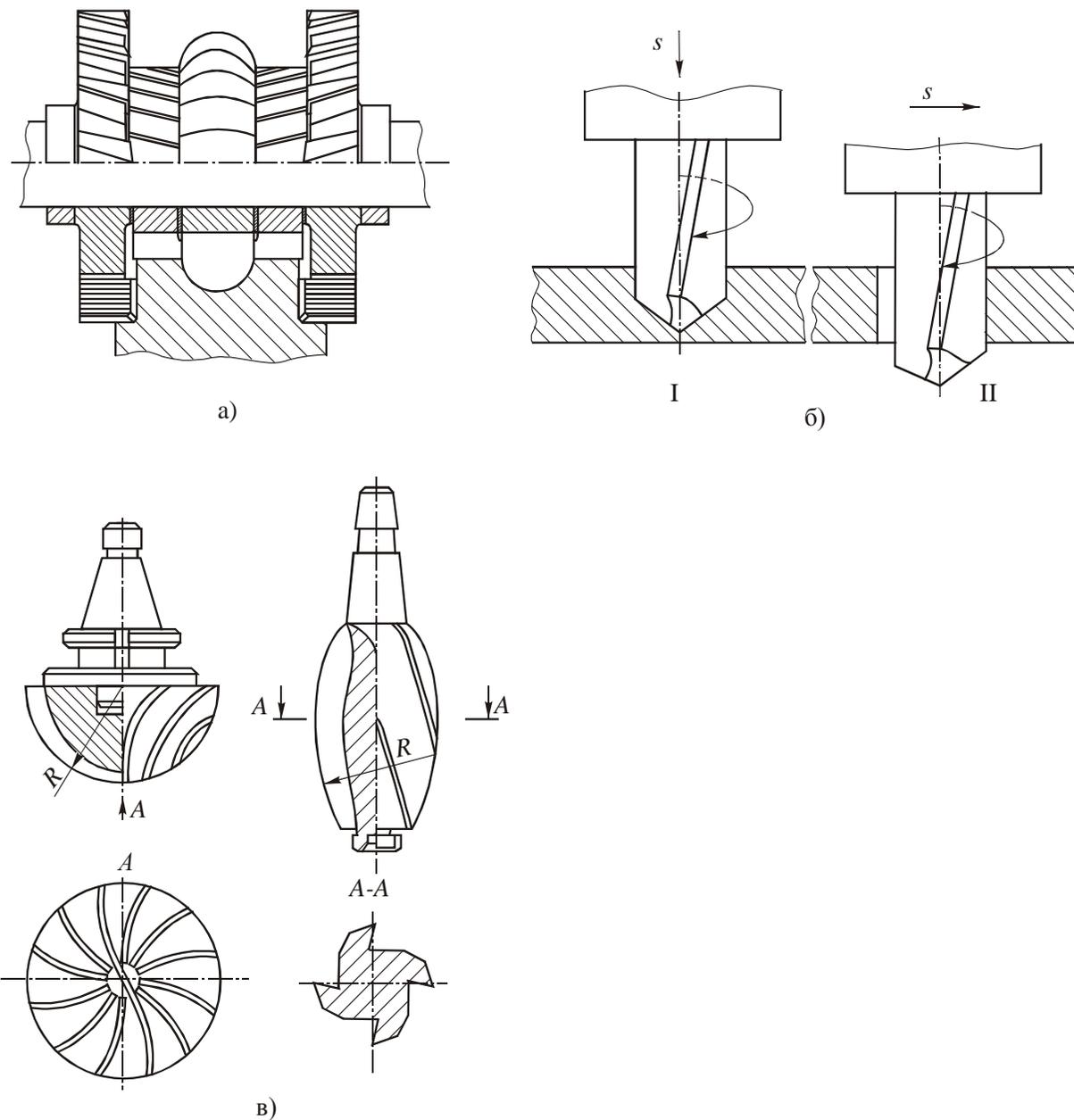


Рис. 11.2. Фрезерные инструменты: *а* – набор фрез; *б* – фреза-сверло; *в* – фасонные фрезы для обработки сложных поверхностей

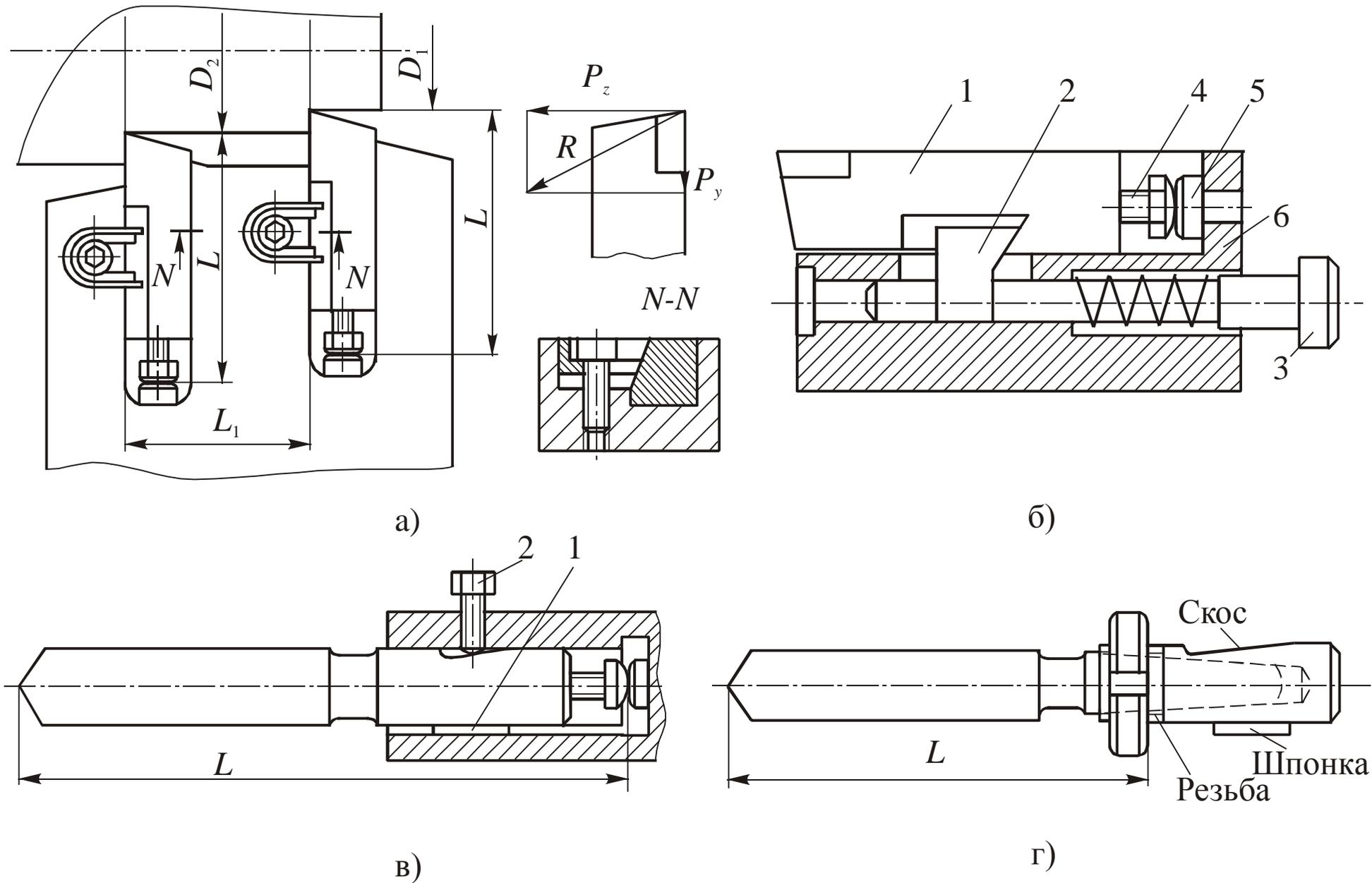


Рис. 11.3. Устройства для бесподналадочной замены: а, б – резцов; в, г – осевых инструментов

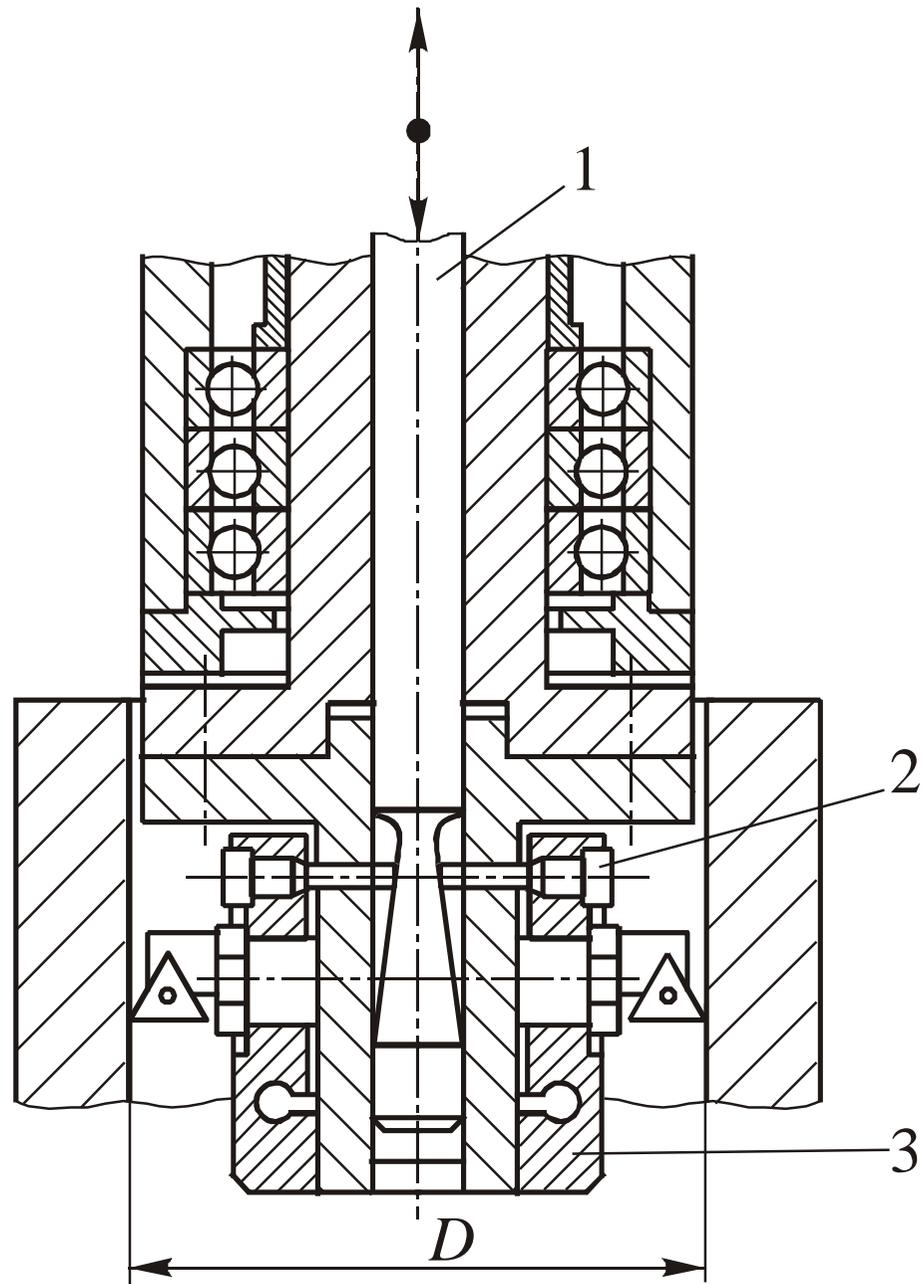


Рис. 11.4. Расточная оправка с автоматической поднастройкой на размер

Вспомогательные инструменты

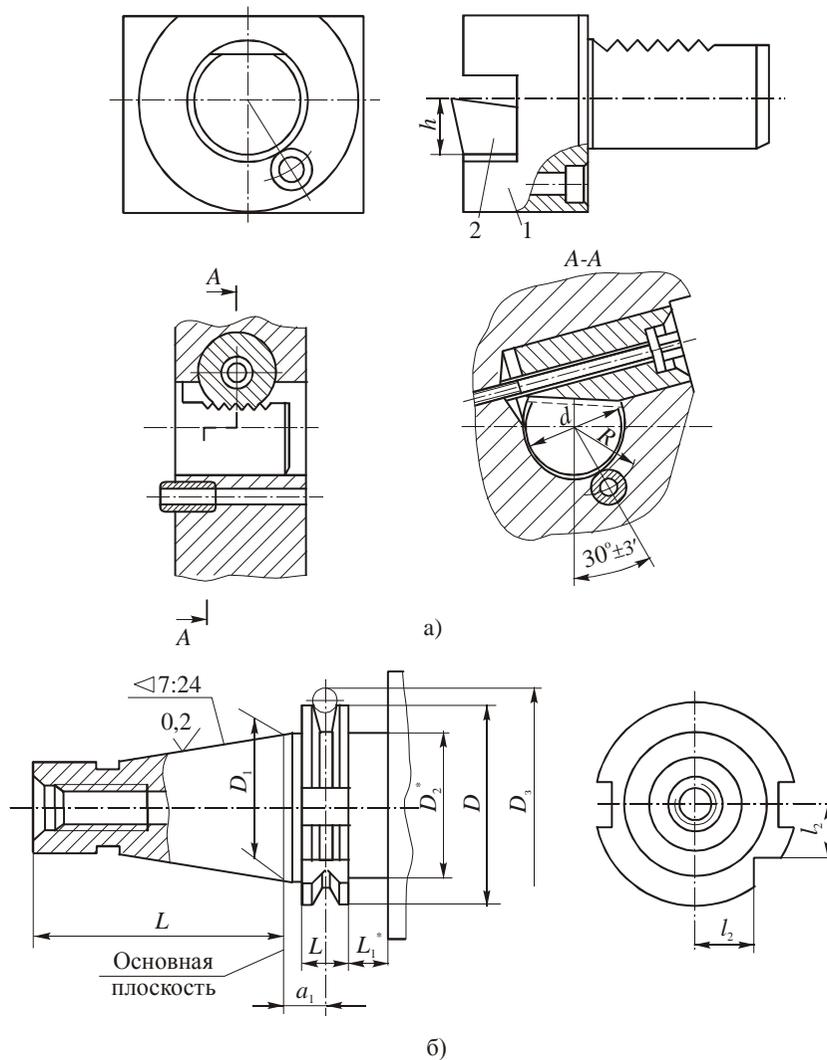


Рис. 11.5. Вспомогательные инструменты: *a* – резцедержатель с цилиндрическим хвостовиком; *б* – патрон с коническим хвостовиком 7:24

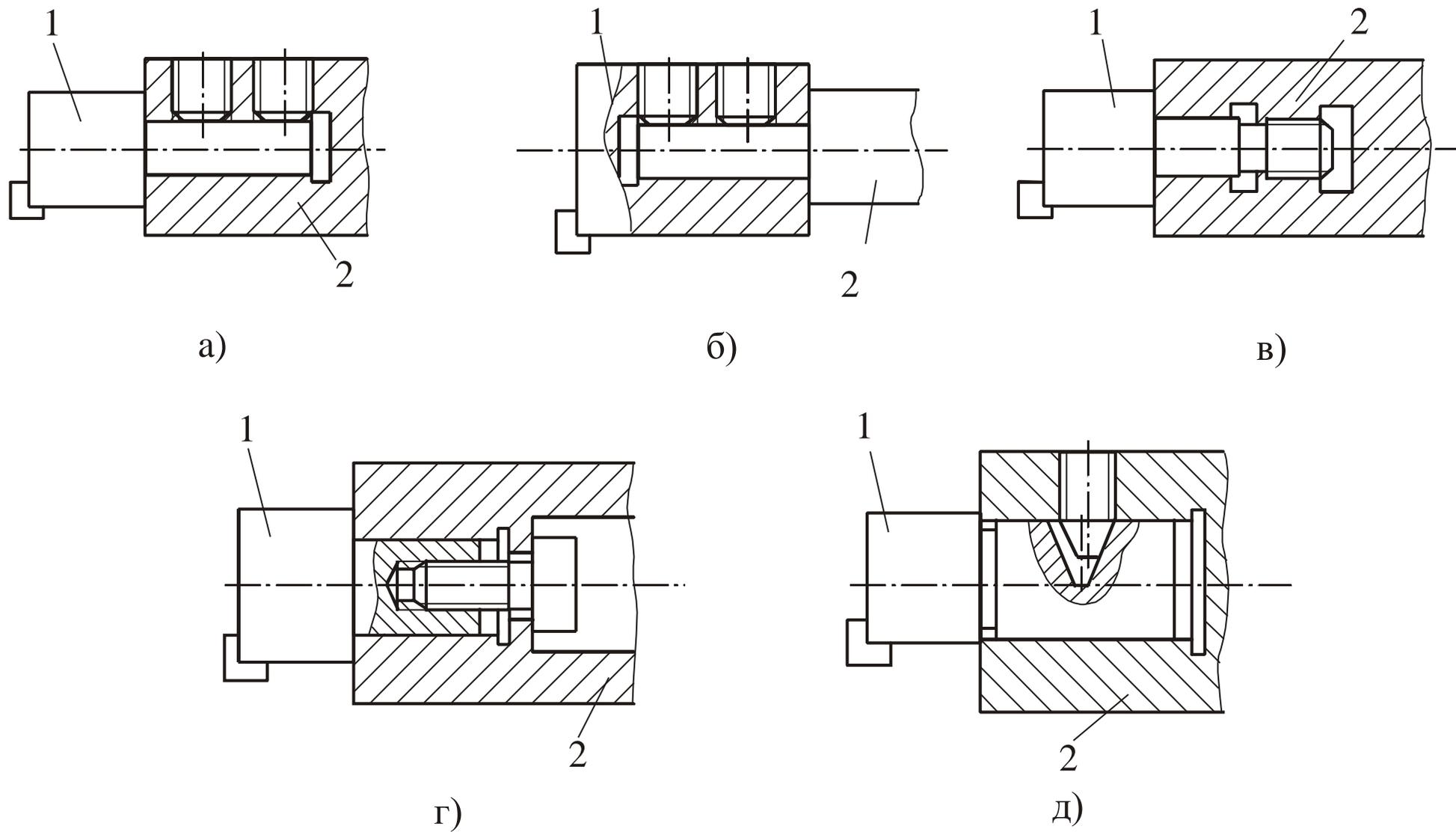


Рис. 11.6. Схемы соединений сменного инструмента: 1 – инструмент; 2 – оправка

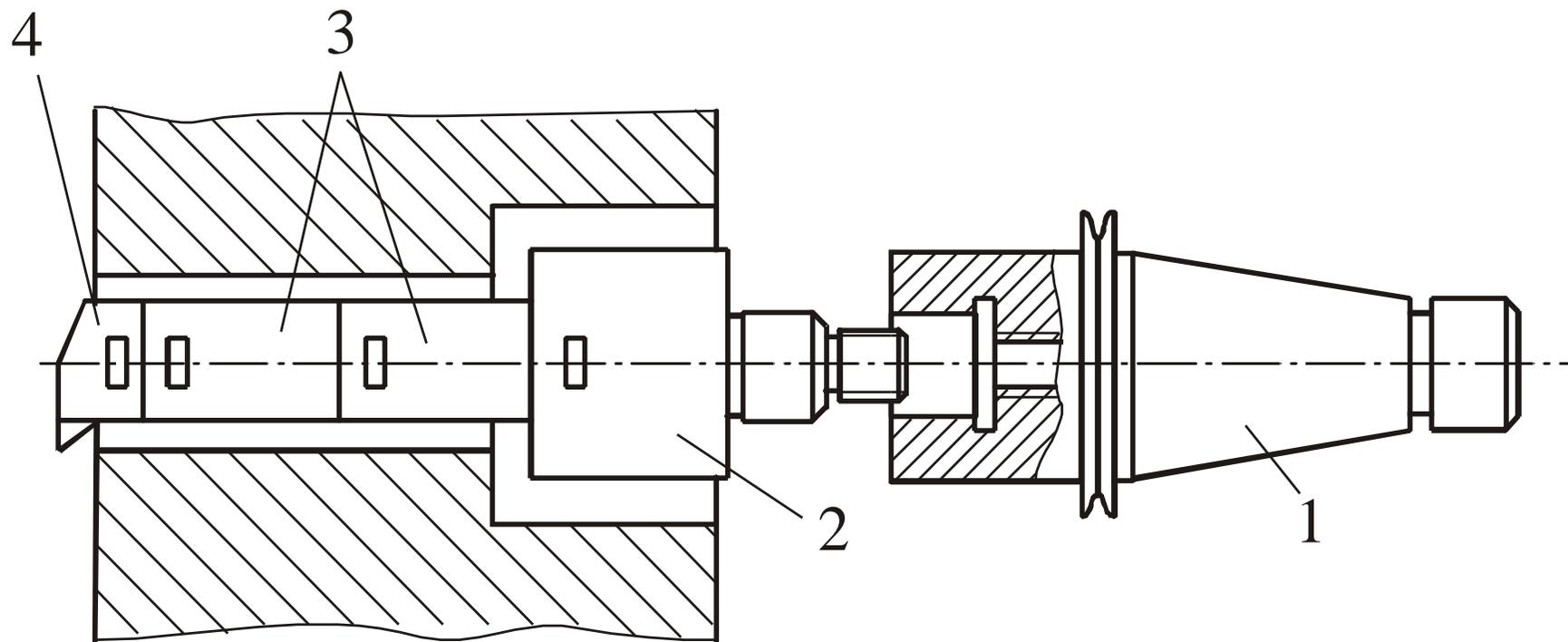


Рис. 11.7. Инструментальный расточной блок из стандартных модулей:
1 – патрон; 2 – удлинитель; 3 – переходник; 4 – расточная головка

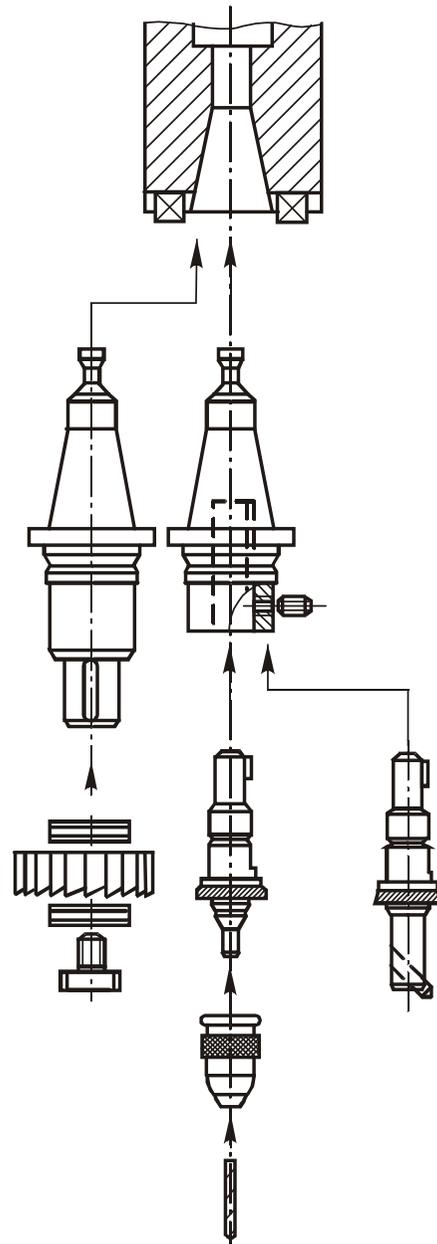


Рис. 11.9. Принцип построения системы инструментальной оснастки для станков с ЧПУ сверлильно-фрезерно-расточной группы

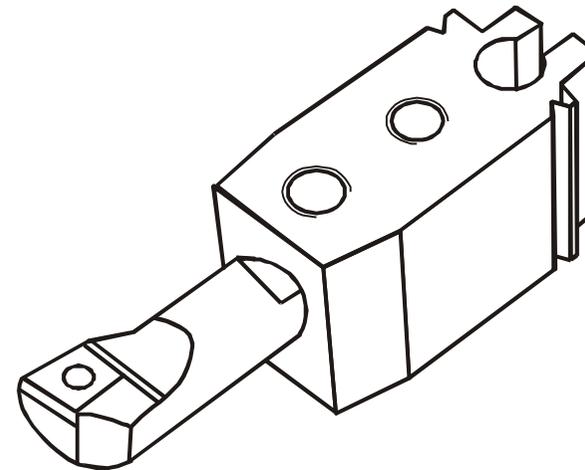
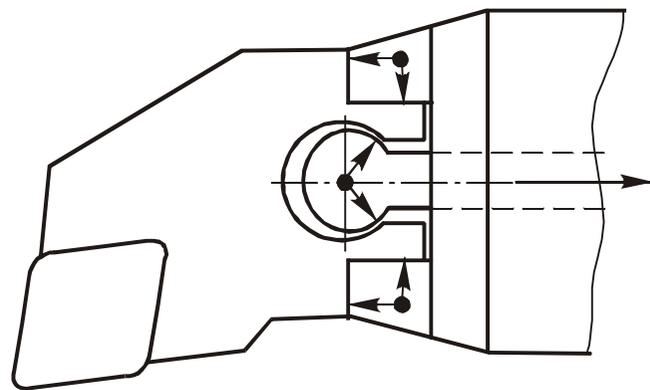
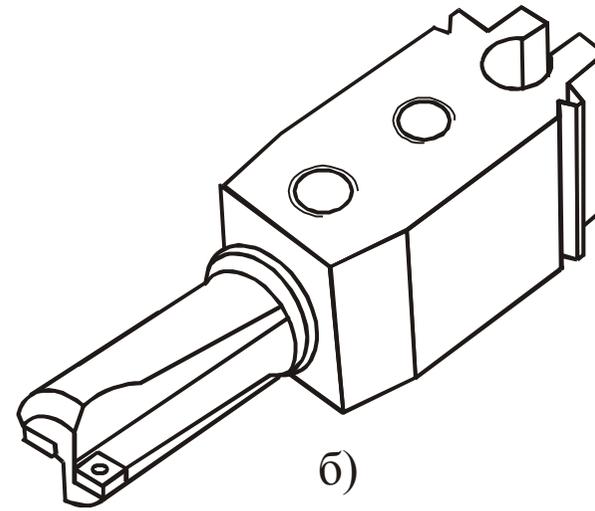
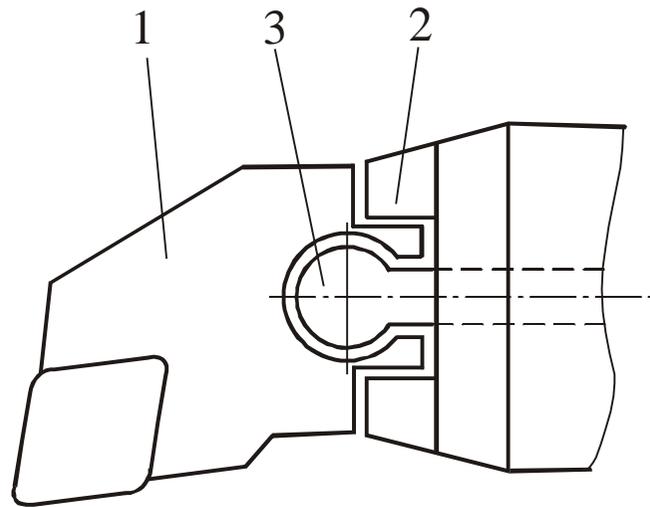


Рис. 11.10. Сменные режущие головки для токарной обработки:
а – схема крепления головки; *б* – патрон для крепления сверла;
в – патрон для крепления резца

4. АБРАЗИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

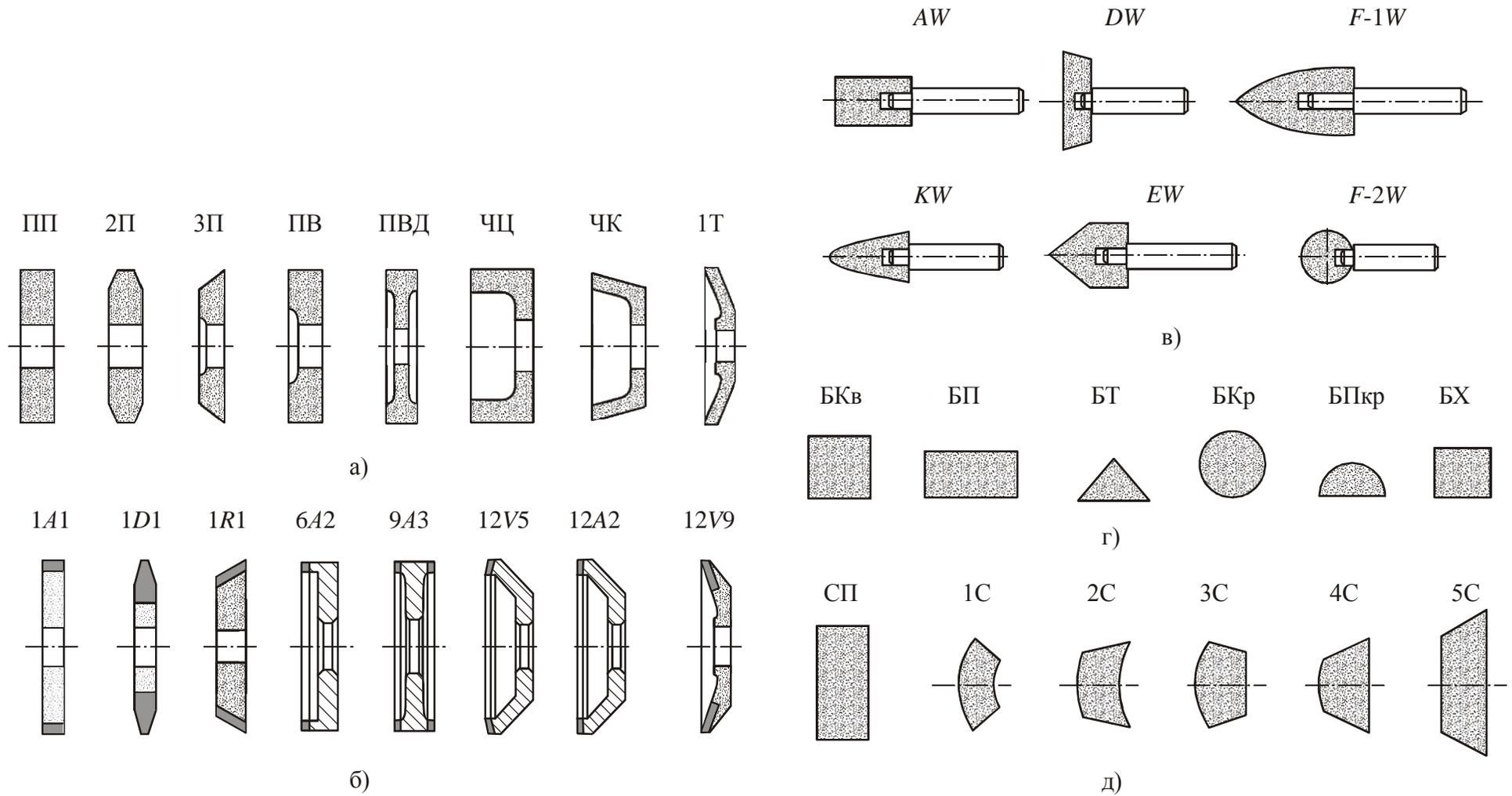


Рис. 12.1. Некоторые типы абразивных инструментов: *а* – абразивные круги; *б* – алмазные и эльборовые круги; *в* – шлифовальные головки; *г* – шлифовальные бруски; *д* – шлифовальные сегменты

Профилирование и правка шлифовальных кругов

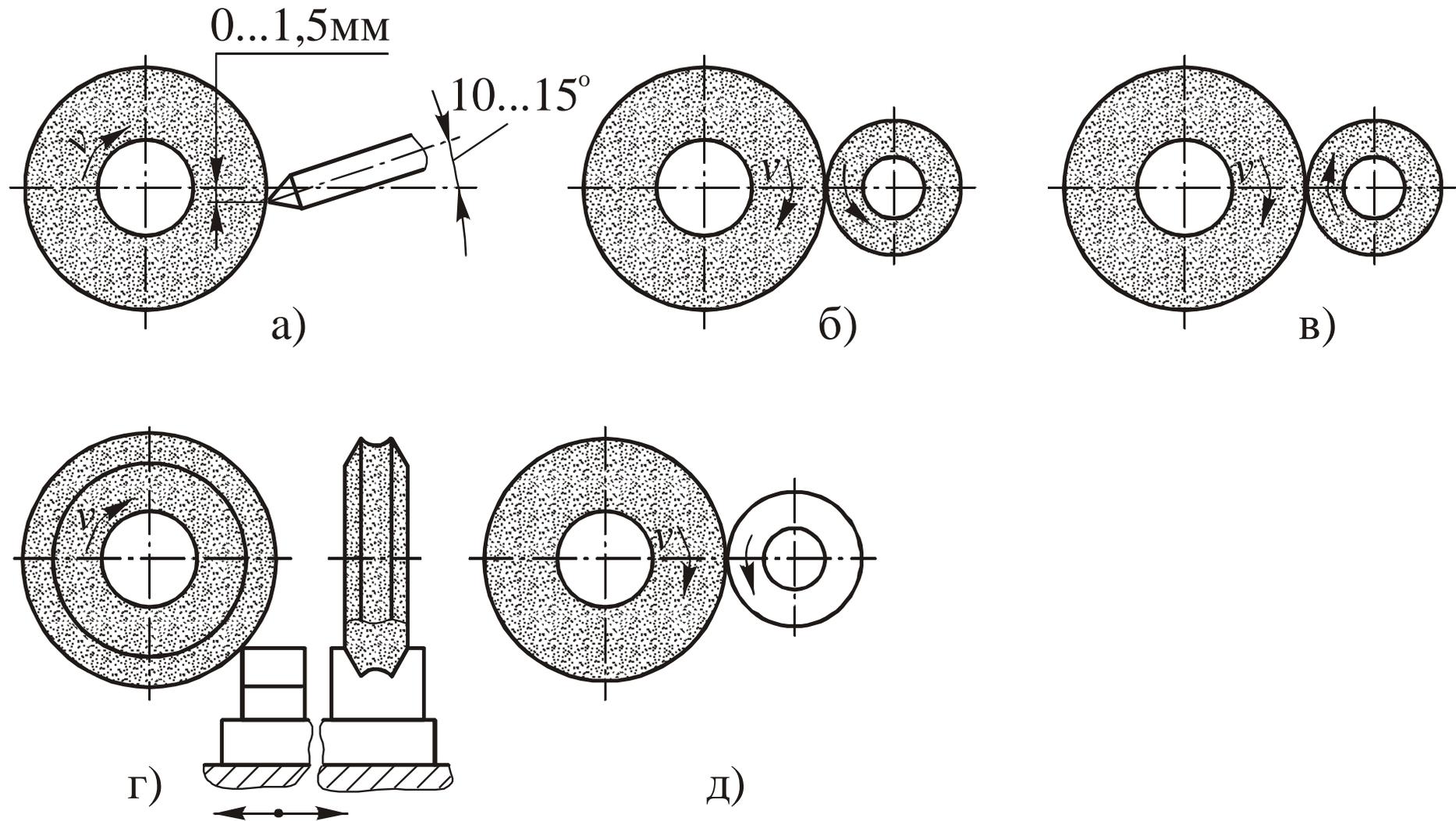


Рис. 12.2. Методы правки шлифовальных кругов: *a* – обтачиванием; *б* – обкатыванием; *в* – шлифованием; *г* – тангенциальным точением; *д* – накатыванием

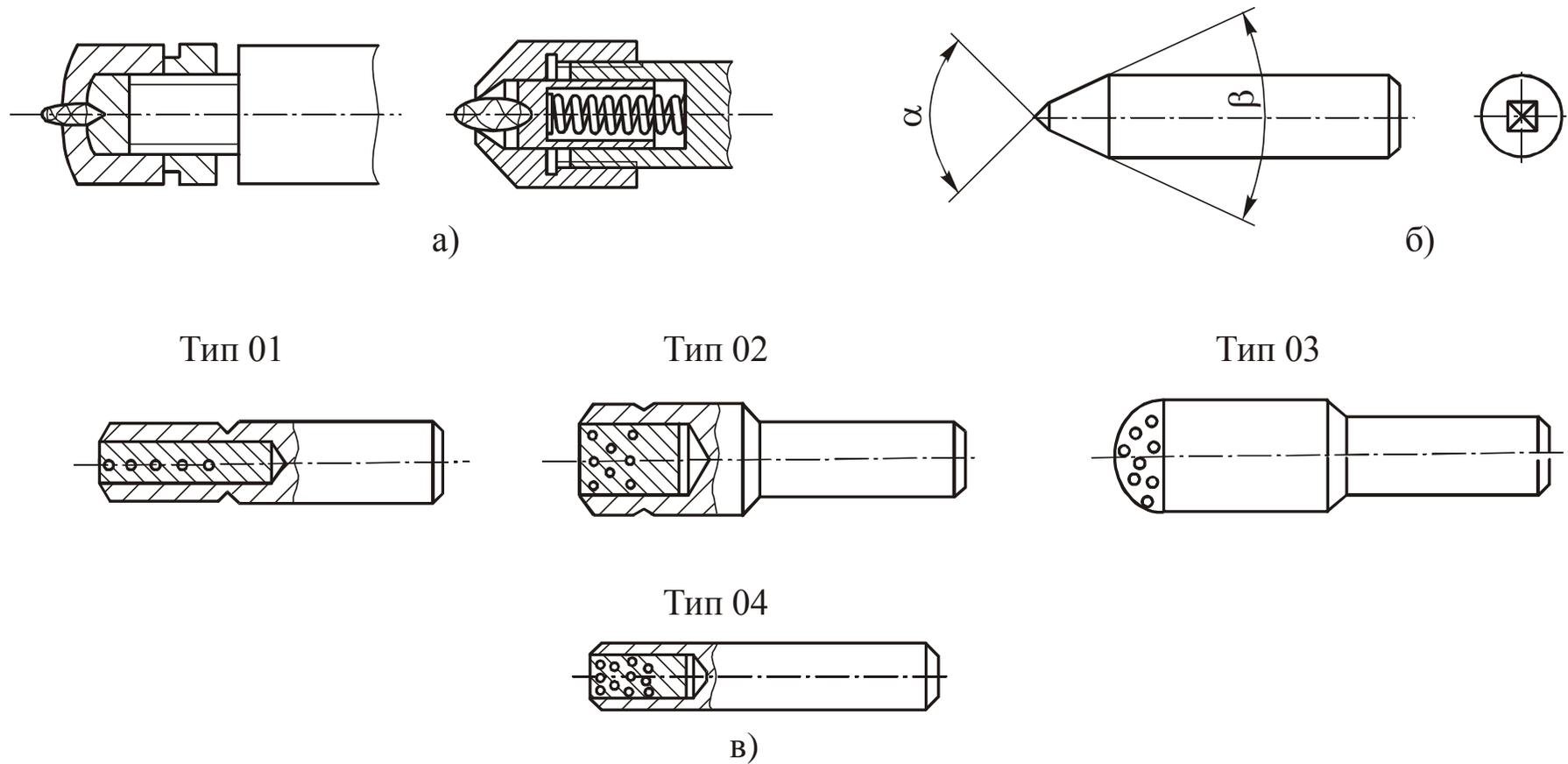


Рис. 12.3. Инструменты для правки шлифовальных кругов методом обтачивания: *а* – алмазные зерна; *б* – алмазная игла; *в* – алмазные карандаши

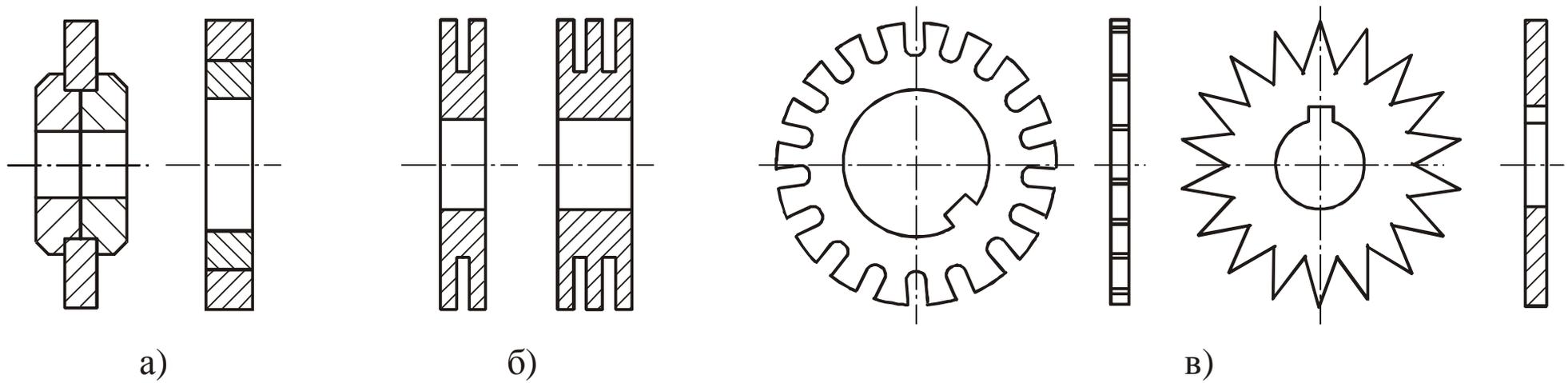


Рис. 12.4. Инструменты для правки шлифовальных кругов методом обкатывания: *а* – твердосплавные ролики; *б* – стальные диски; *в* – тупозубая и острозубая звездочки

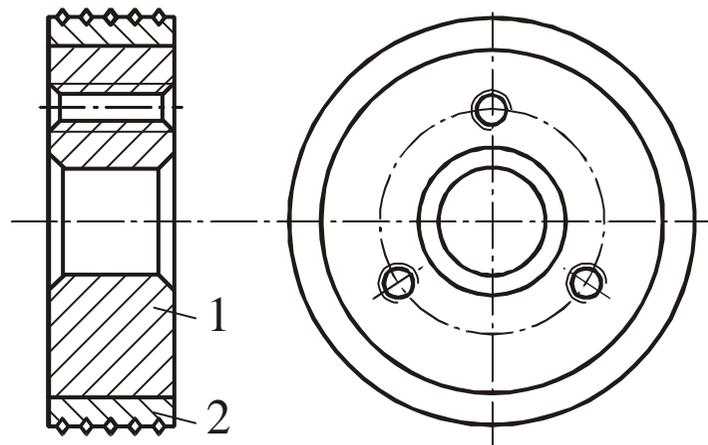


Рис. 12.5. Алмазный ролик для правки шлифовальных кругов методом шлифования: *1* – корпус; *2* – алмазоносный слой

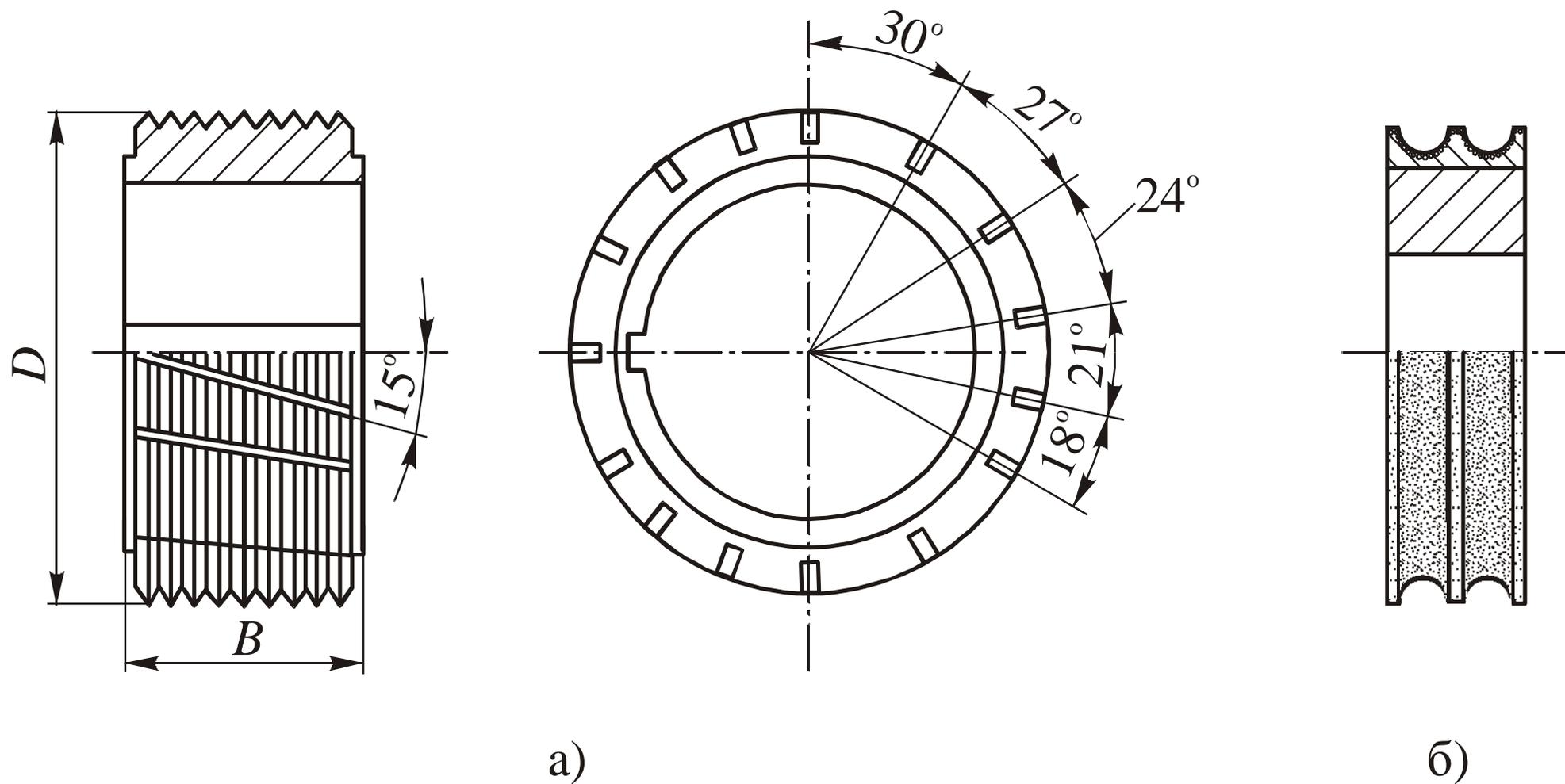


Рис. 12.6. Ролики для правки шлифовальных кругов методом накатывания: *а* – стальной; *б* – алмазный

Некоторые специальные конструкции абразивных инструментов

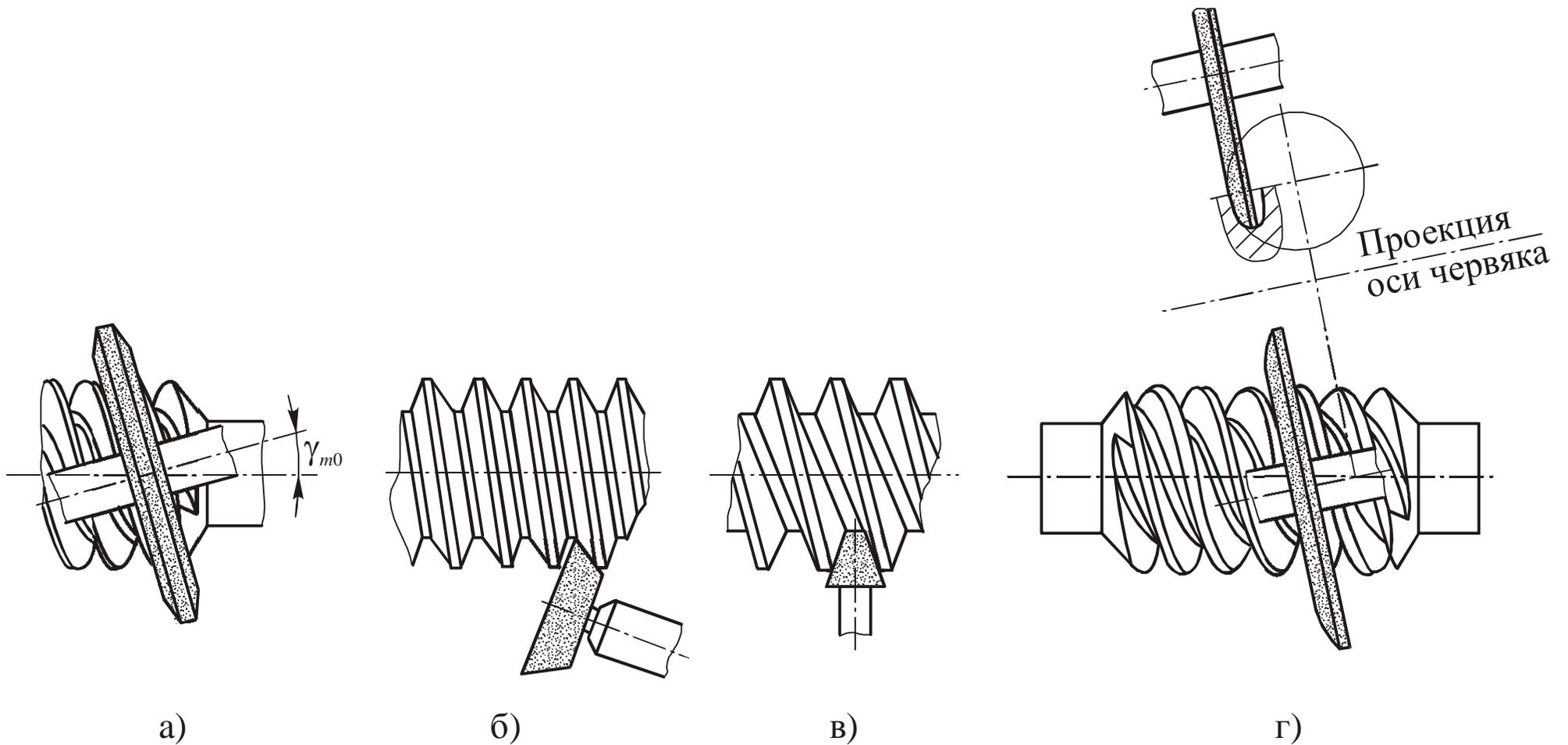


Рис. 12.7. Абразивные круги для шлифования цилиндрических червяков:
a – дисковый; *б* – чашечный; *в* – пальцевый конусный; *г* – тороидальный

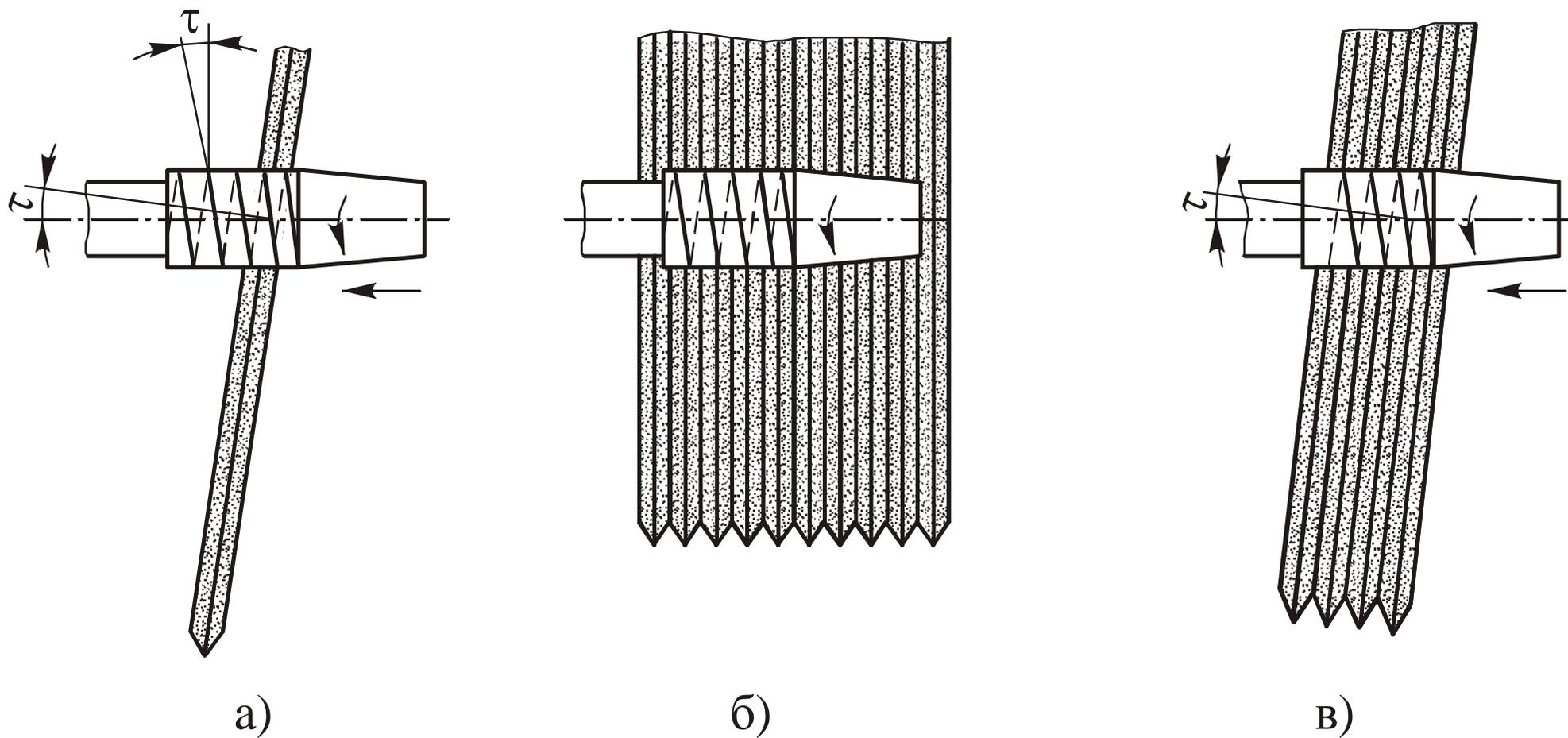
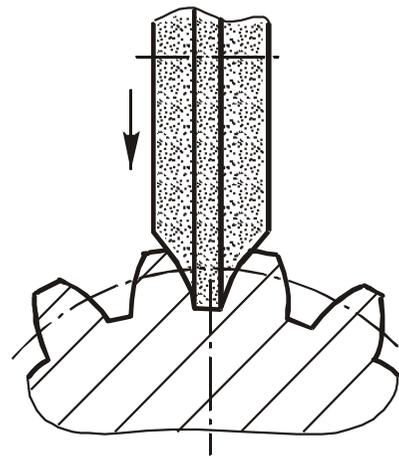
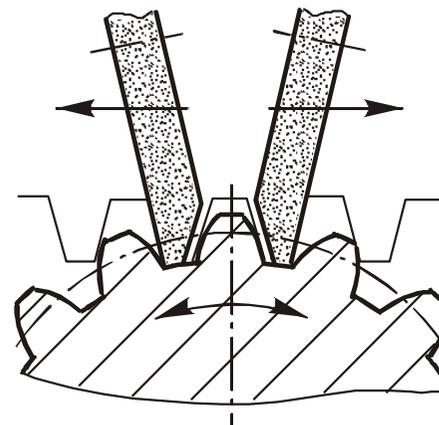


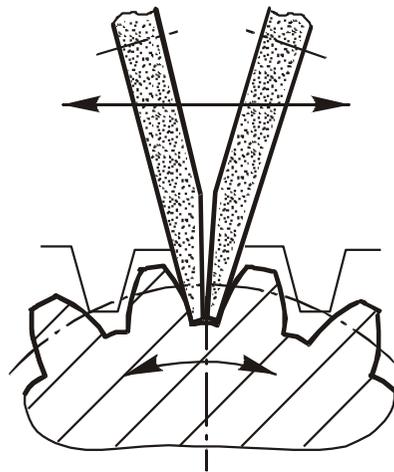
Рис. 12.8. Схемы шлифования резьбы: *a* – однониточным кругом;
б – многониточным кругом способом врезания; *в* – многониточным
 кругом способом осевой подачи



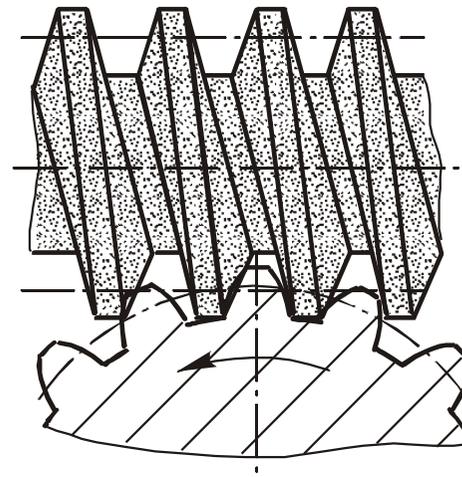
а)



б)



в)



г)

Рис. 12.9. Методы зубошлифования: *а* – копирования; *б, в* – обката двумя тарельчатыми кругами; *г* – обката абразивным червяком

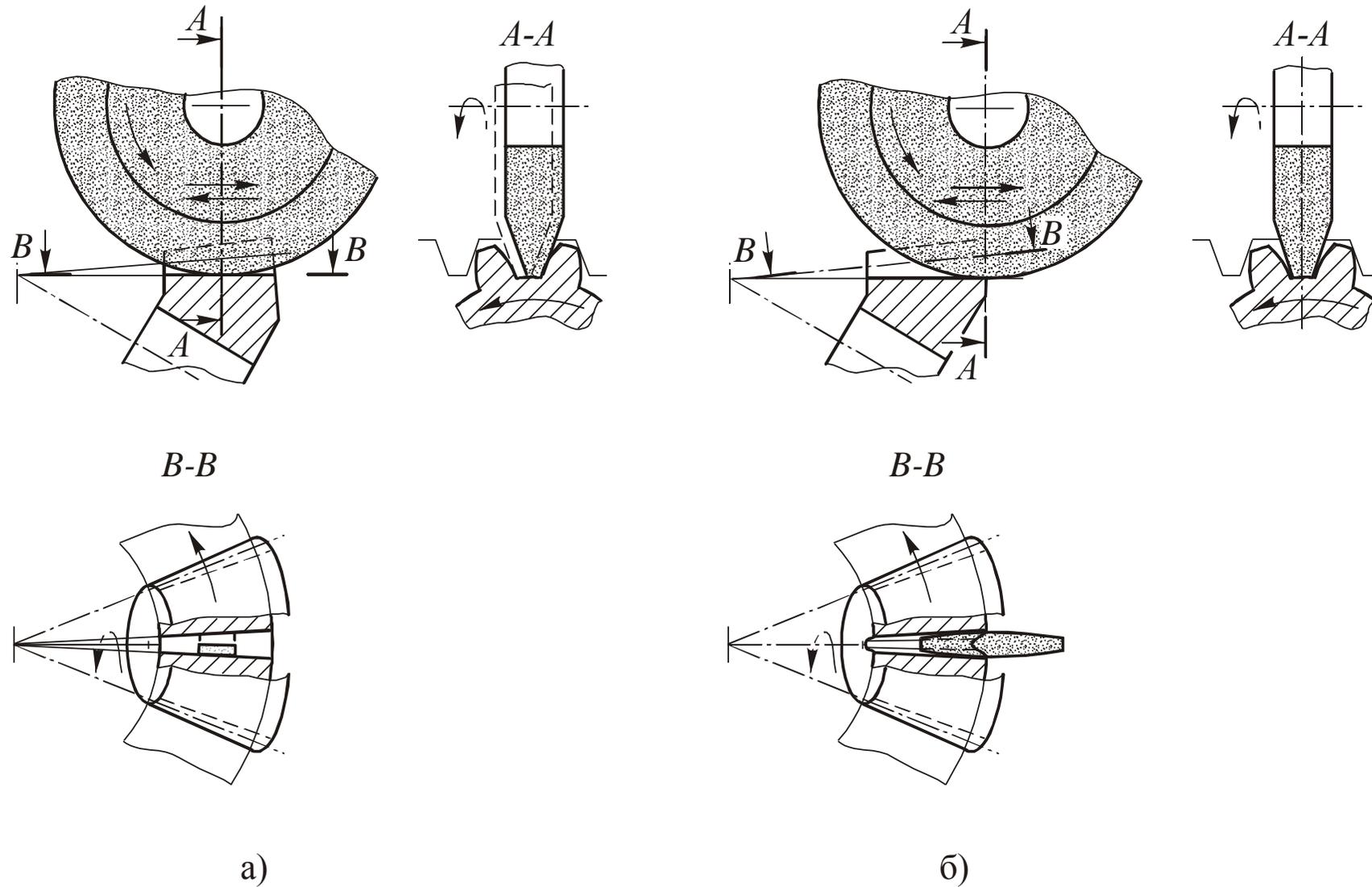
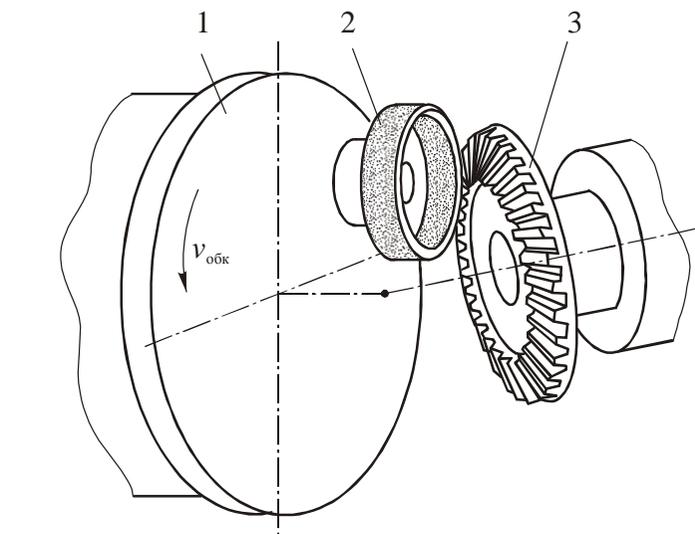
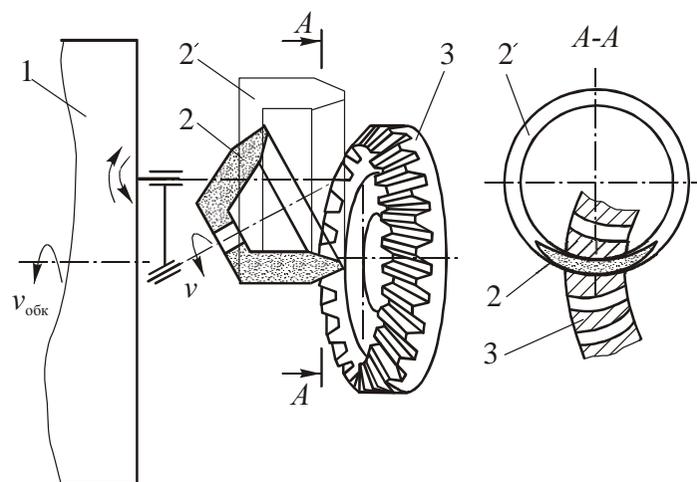


Рис. 12.10. Схемы шлифования прямозубых конических колес дисковым кругом, работающим двумя коническими поверхностями: *а* – отдельно по каждой стороне впадины между зубьями; *б* – одновременно по двум сторонам впадины между зубьями



а)



б)

Рис. 12.11. Методы шлифования конических колес с криволинейными зубьями: а – обката чашечно-цилиндрическим кругом; б – обката и врезания чашечно-коническим кругом

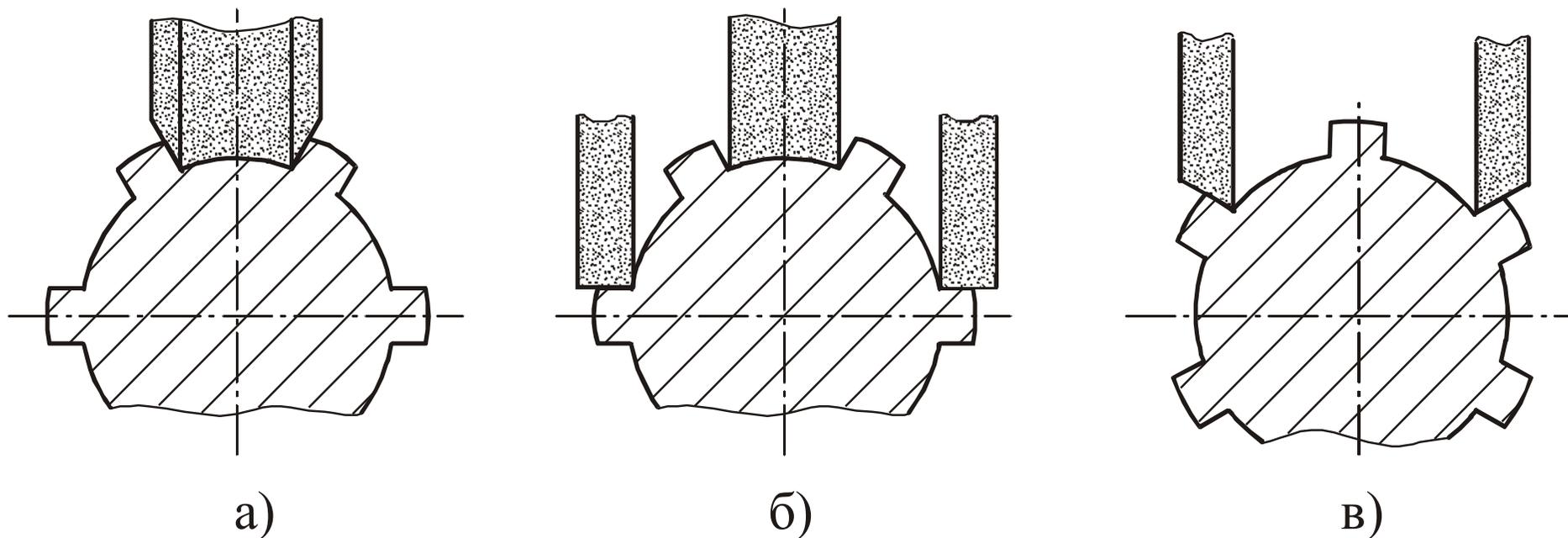


Рис. 12.12. Схемы шлифования шлицев: *а* – методом копирования; *б* – одновременным шлифованием; *в* – раздельным шлифованием

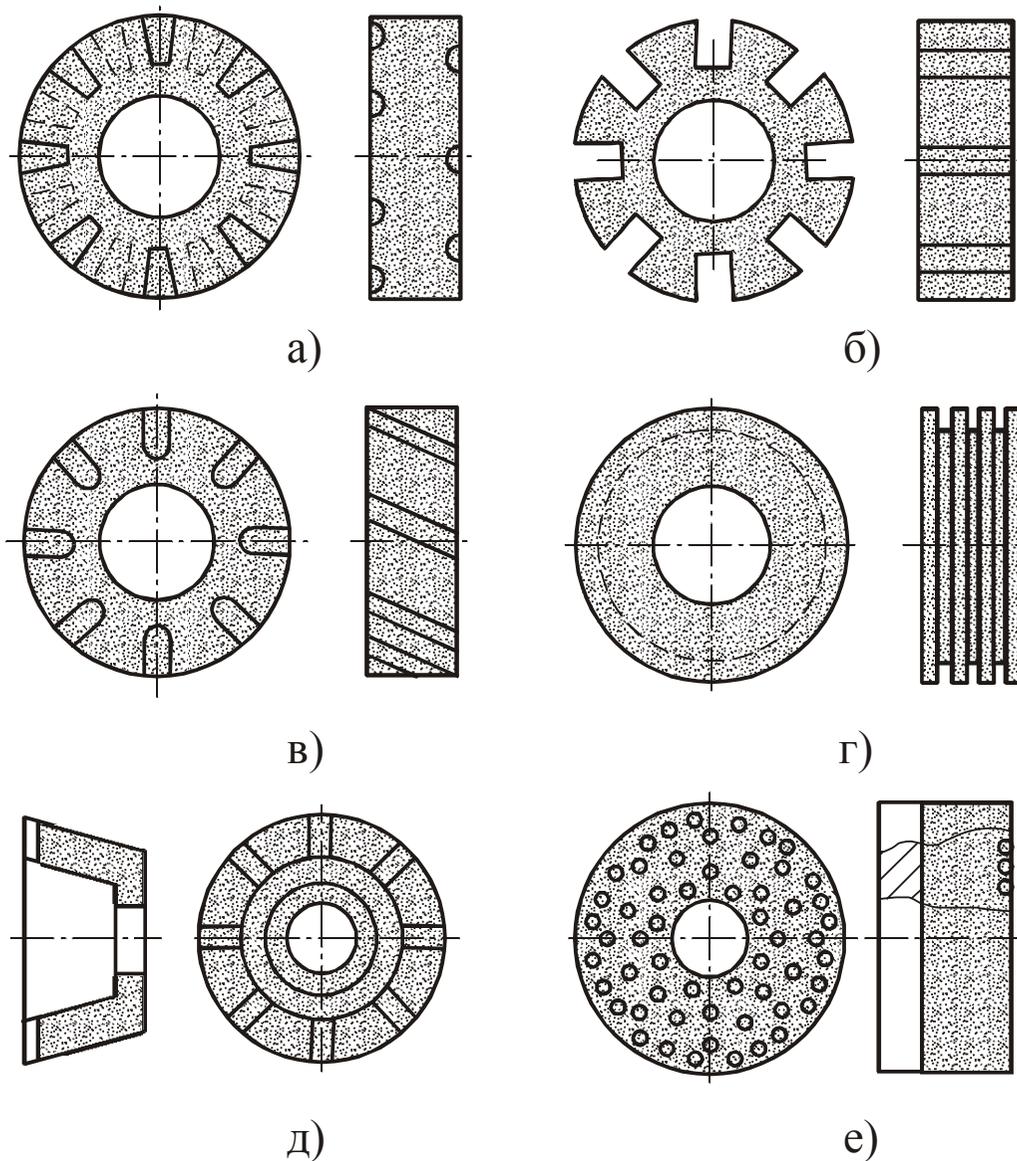


Рис. 12.13. Прерывистые абразивные круги: *а* – с выточками; *б* – с пазами; *в* – с прорезями; *г* – с канавками; *д* – с насечками; *е* – с отверстиями

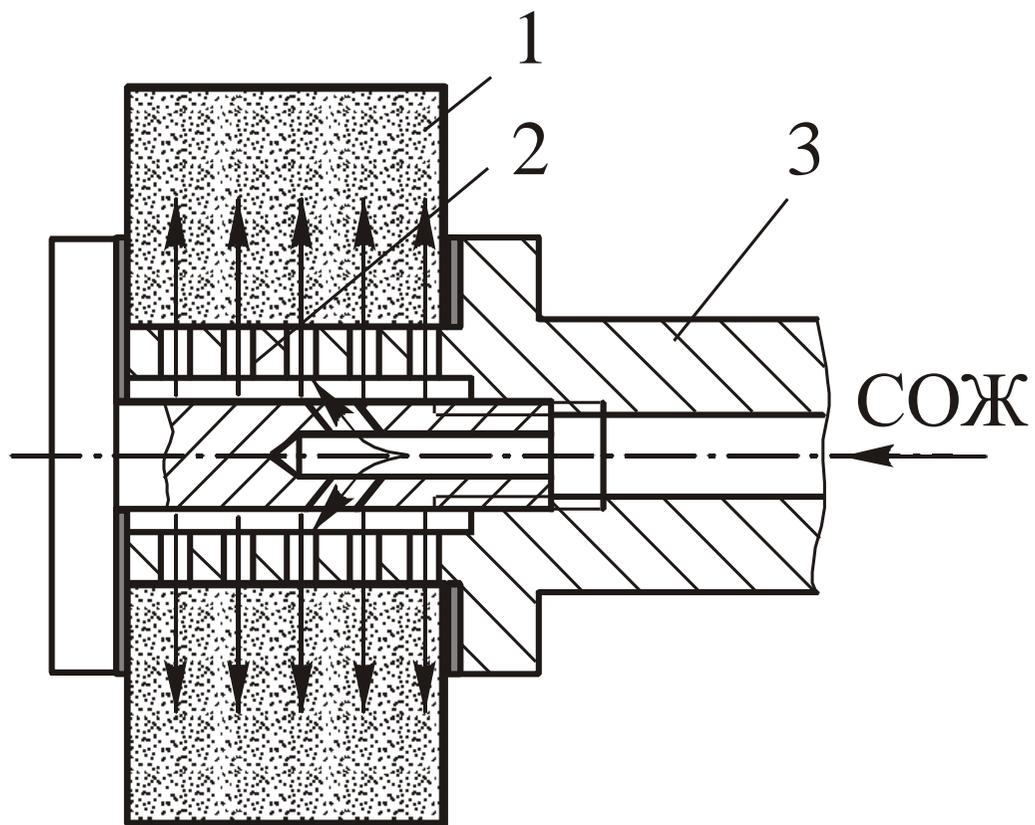


Рис. 12.14. Подача СОЖ через поры шлифовального круга:
1 – шлифовальный круг; 2 – радиальные отверстия; 3 – шпиндель станка

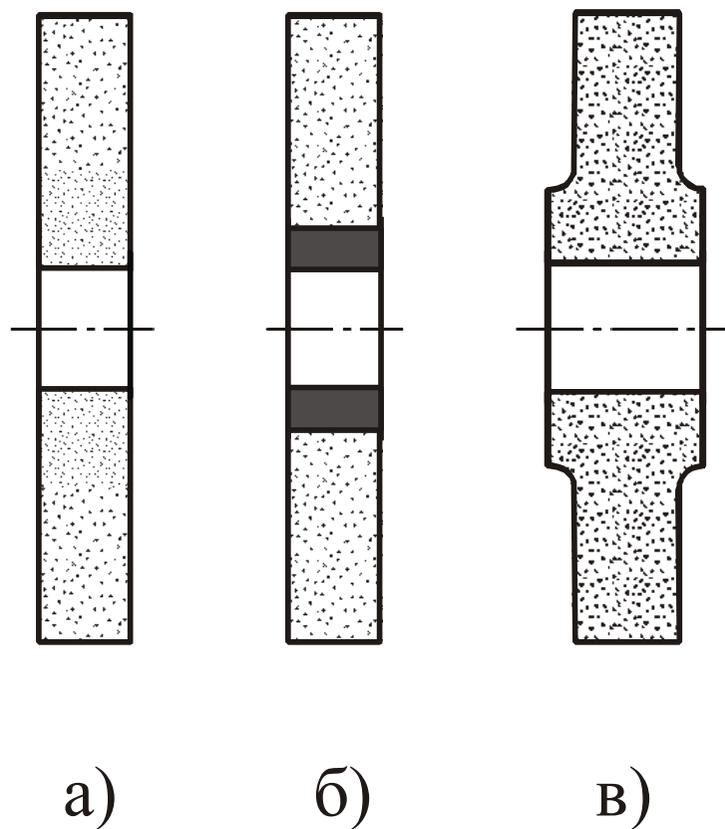


Рис. 12.15. Высокоскоростные шлифовальные круги:
a – с мелкозернистой смесью; *б* – с запрессованной втулкой;
в – с утолщением в центральной части круга

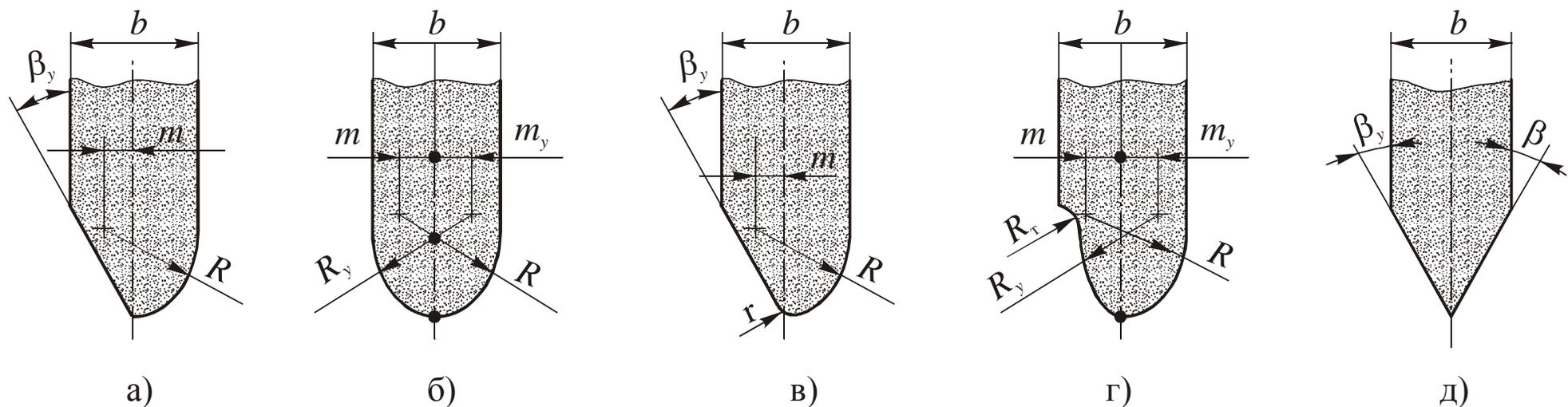


Рис. 12.16. Профили шлифовальных кругов для вышлифовки канавок спиральных сверл: *a* – радиусно-угловой; *б* – двухрадиусной; *в* – радиусно-угловой со скругленной кромкой; *г* – трехрадиусной; *д* – двухугловой

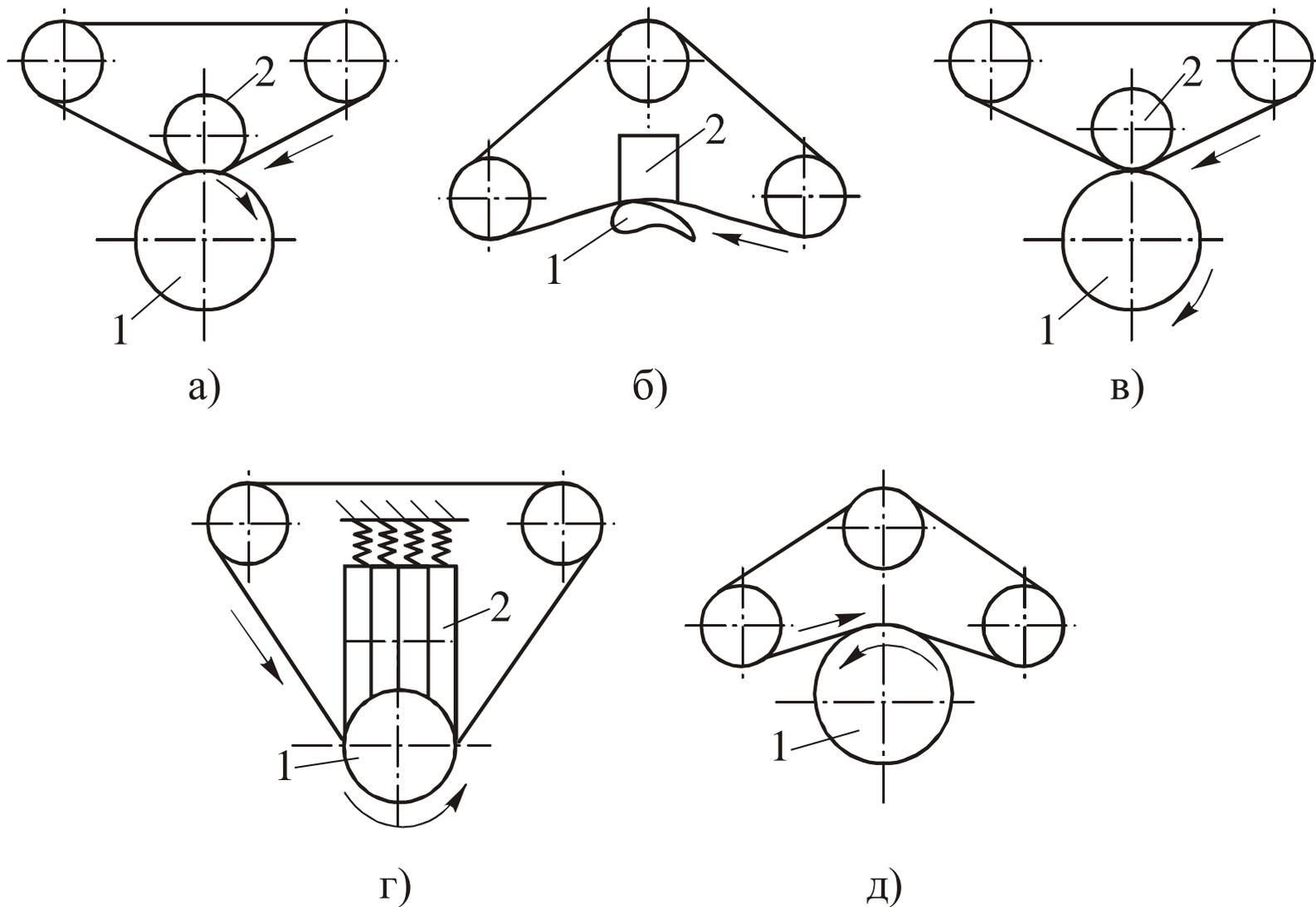


Рис. 12.17. Схемы обработки заготовок абразивными лентами:
а – с эластичным контактным роликом; *б* – с жестким копиром;
в – с жестким контактным роликом; *г* – с гибким копиром; *д* – свободной
 ветвью ленты

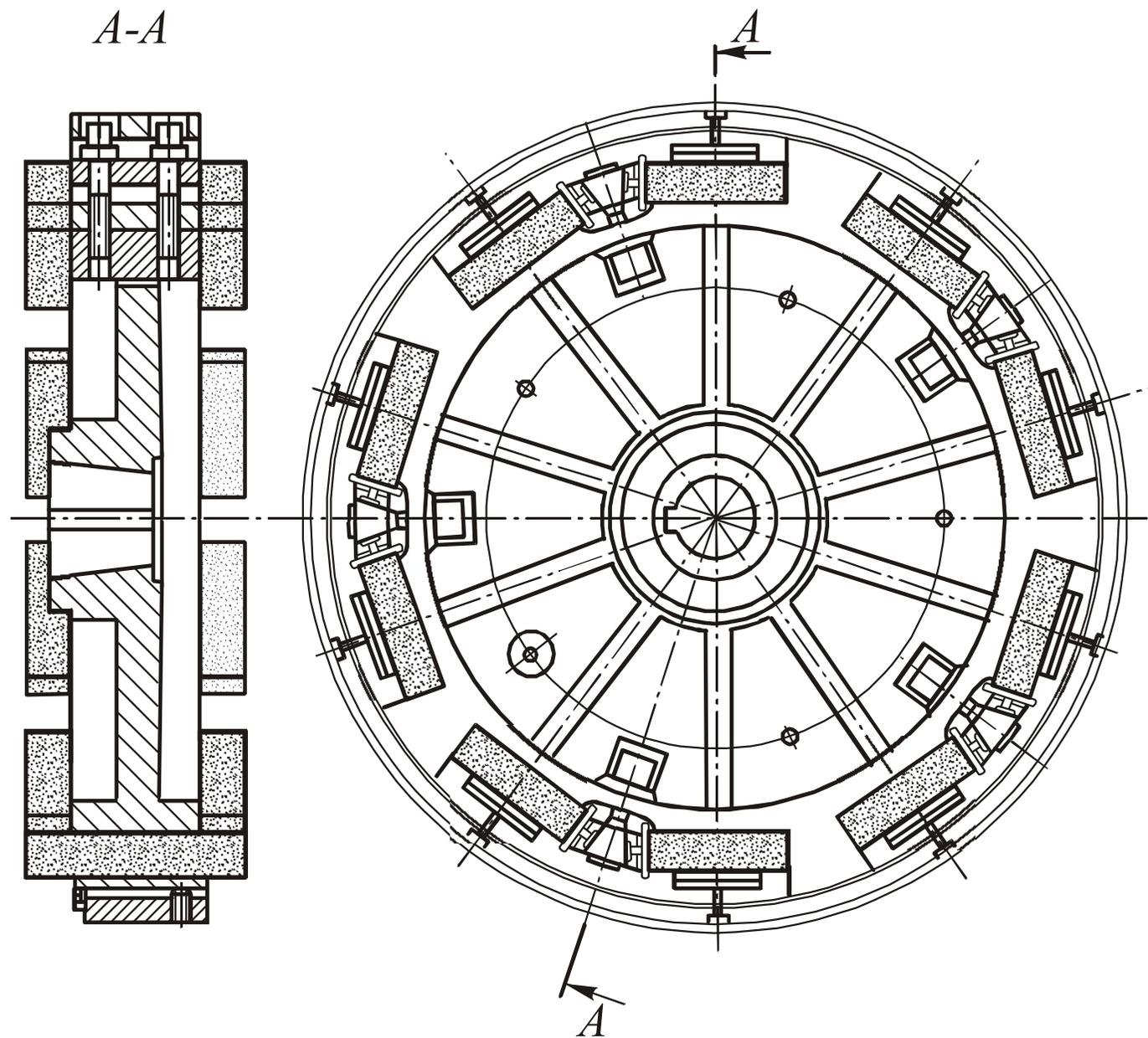


Рис. 12.18. Шлифовальный круг со вставными сегментами

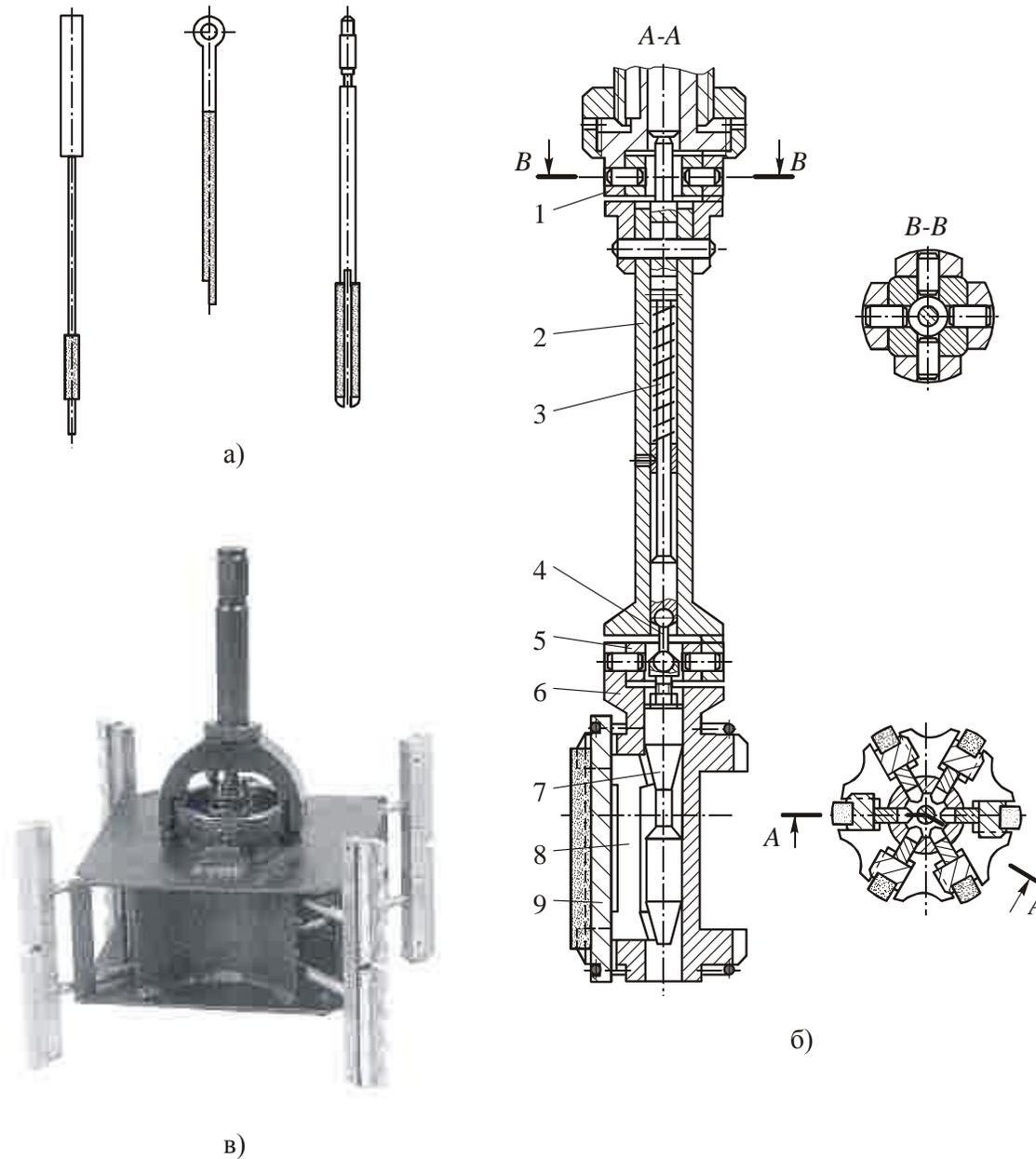


Рис. 12.19. Хонинговальные головки: *а* – малого диаметра; *б* – среднего диаметра; *в* – большого диаметра (фирмы «Sunnen», США)

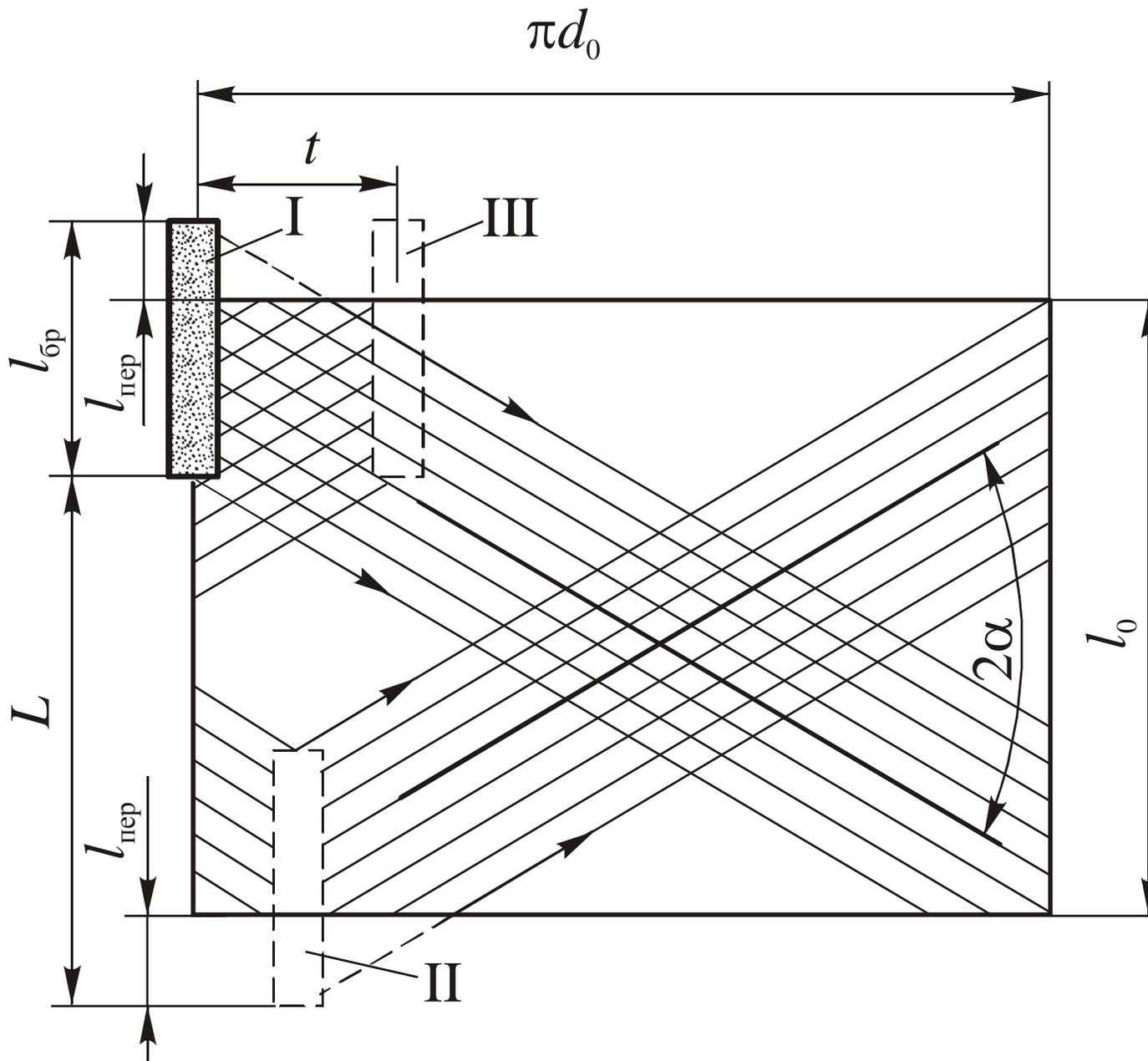


Рис. 12.20. Развертка сетки следов на хонингуемой поверхности

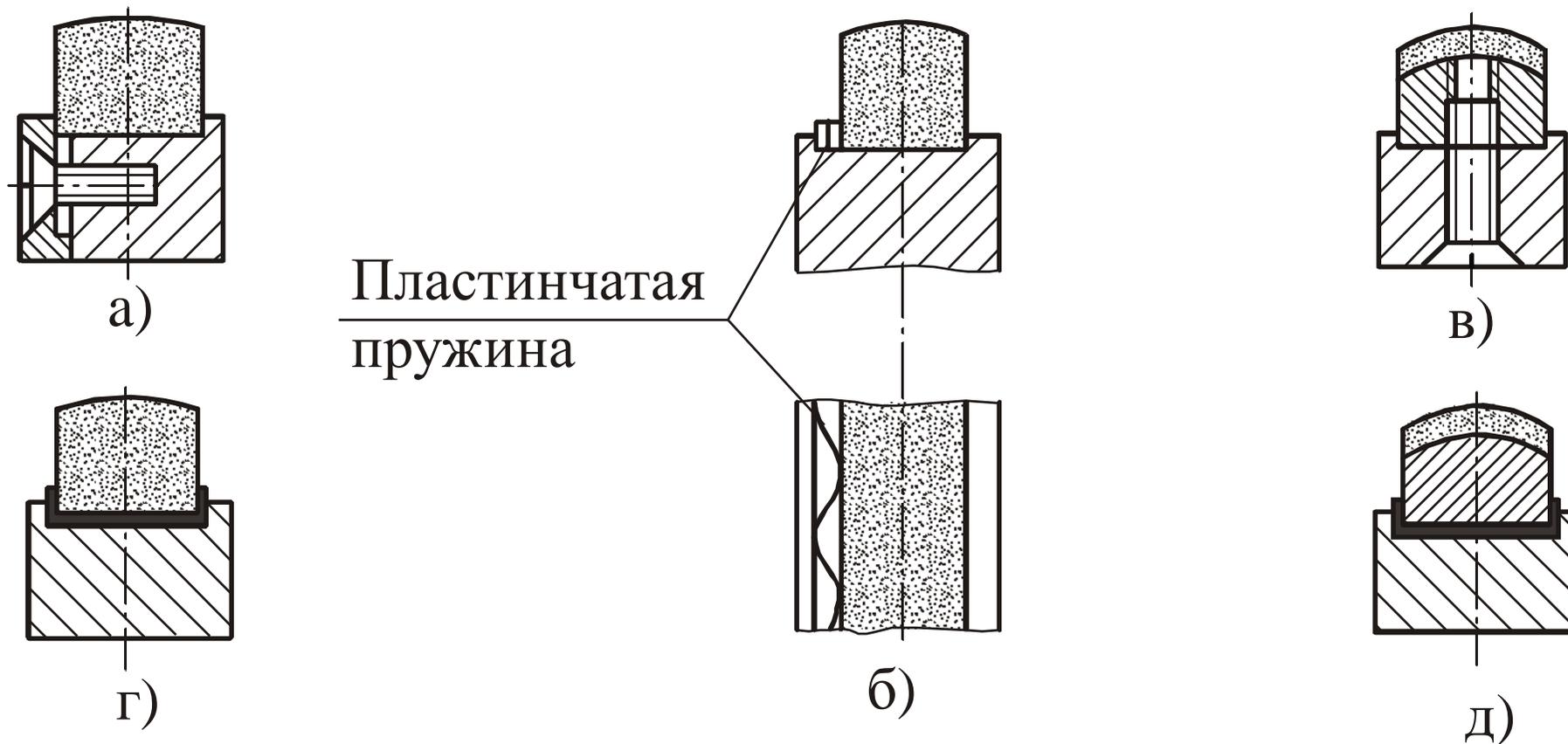


Рис. 12.21. Крепление абразивных и алмазных брусков к колодкам хонинговальной головки: *а...в* – механическая; *г* – приклеиванием; *д* – припаиванием

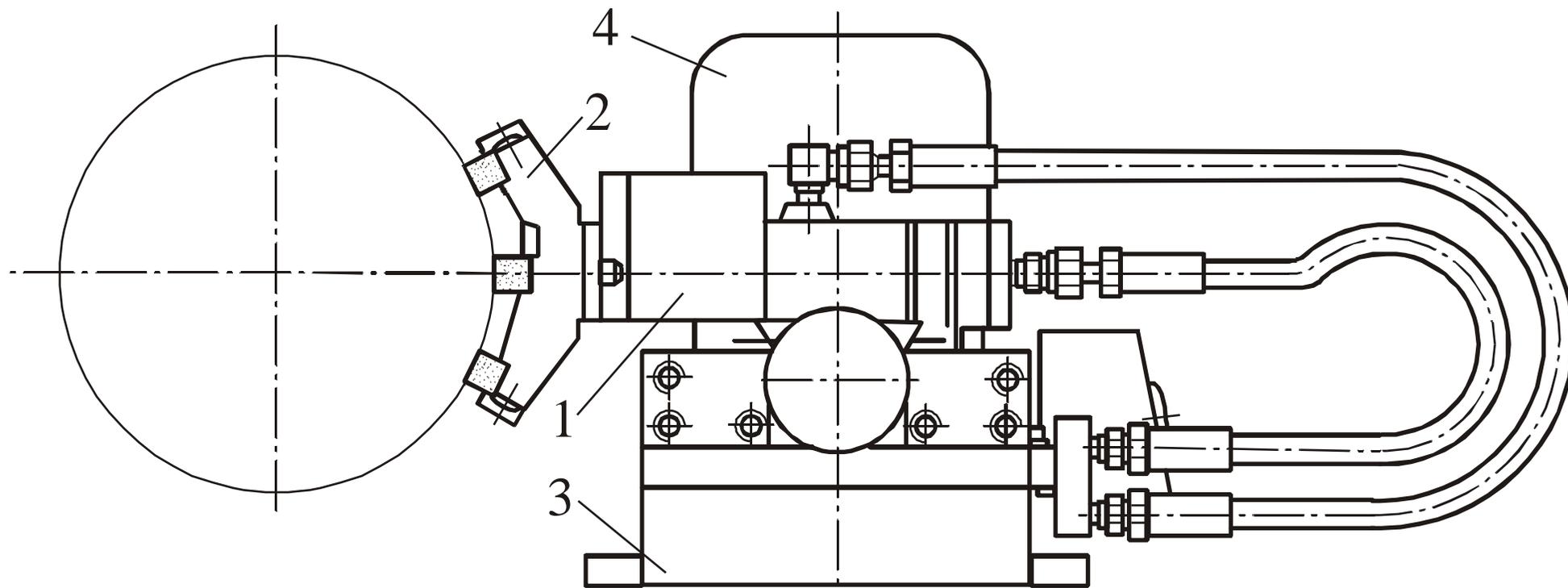


Рис. 12.22. Суперфинишная головка модели СФГ-300: 1 – механизм осциллирования; 2 – держатель инструмента; 3 – суппорт станка; 4 – электрооборудование

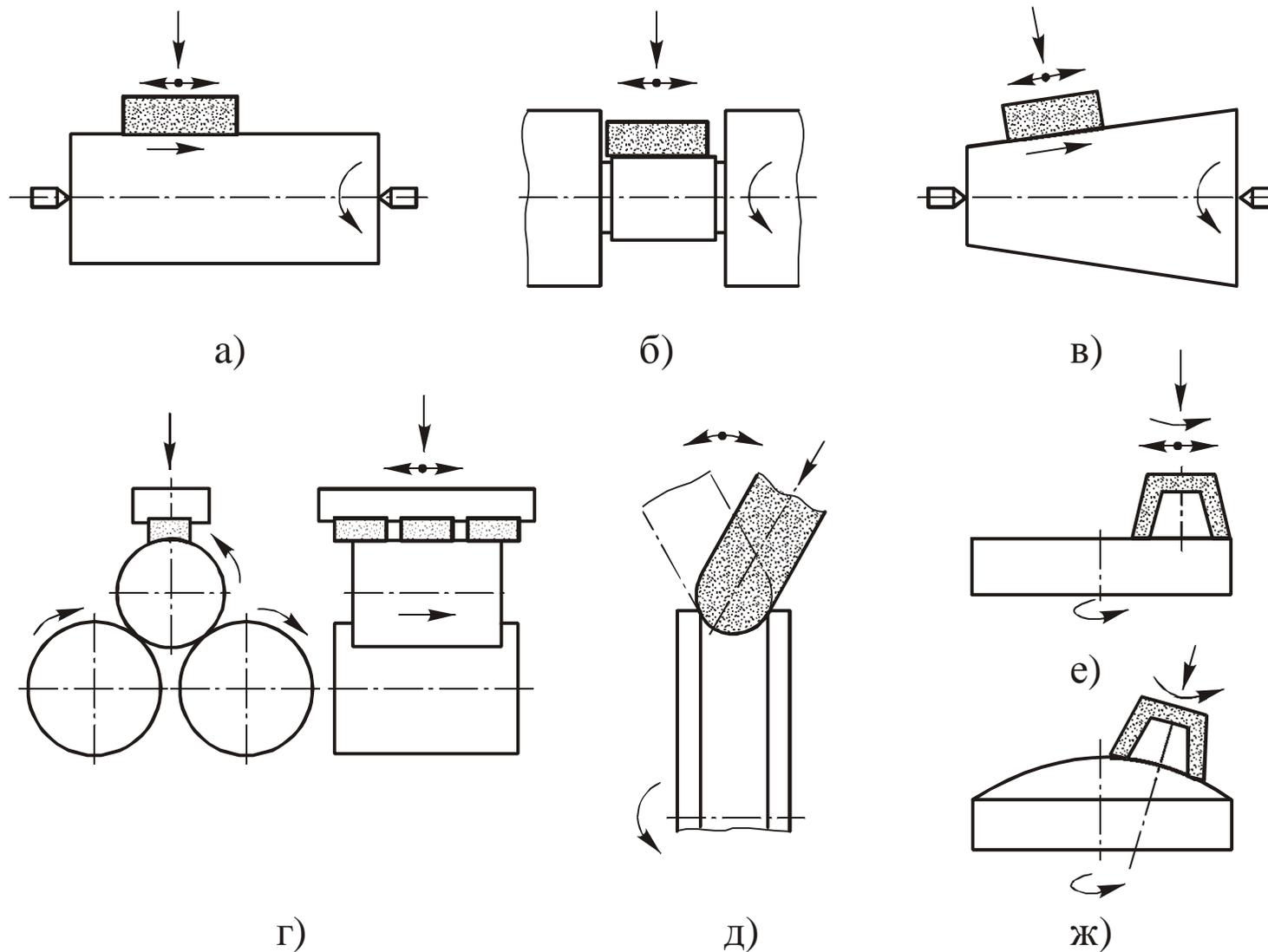


Рис. 12.23. Схемы суперфиниширования: *а* – центровое с продольной подачей; *б* – центровое врезанием; *в* – конической поверхности; *г* – бесцентровое; *д* – тороидаальной поверхности; *е, ж* – торцовых плоских и сферических поверхностей

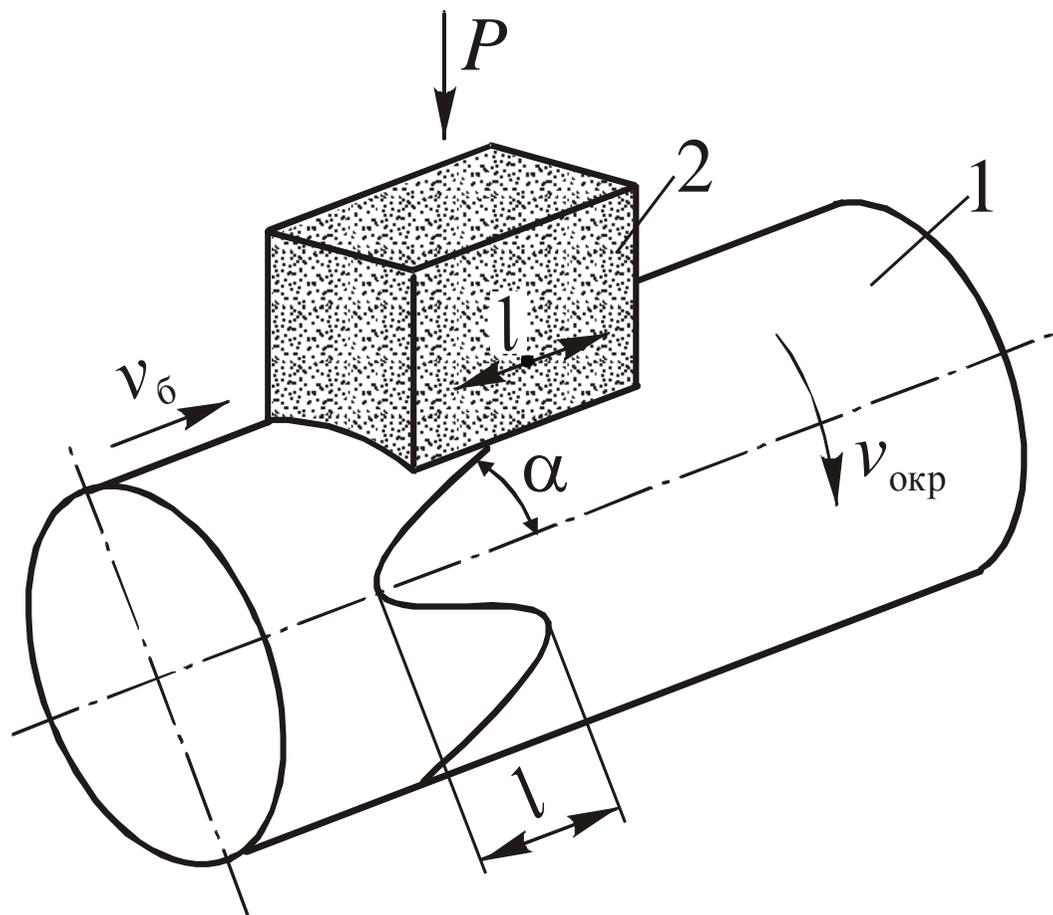


Рис. 12.24. Схема суперфиниширования: 1 – заготовка; 2 – абразивный брусок

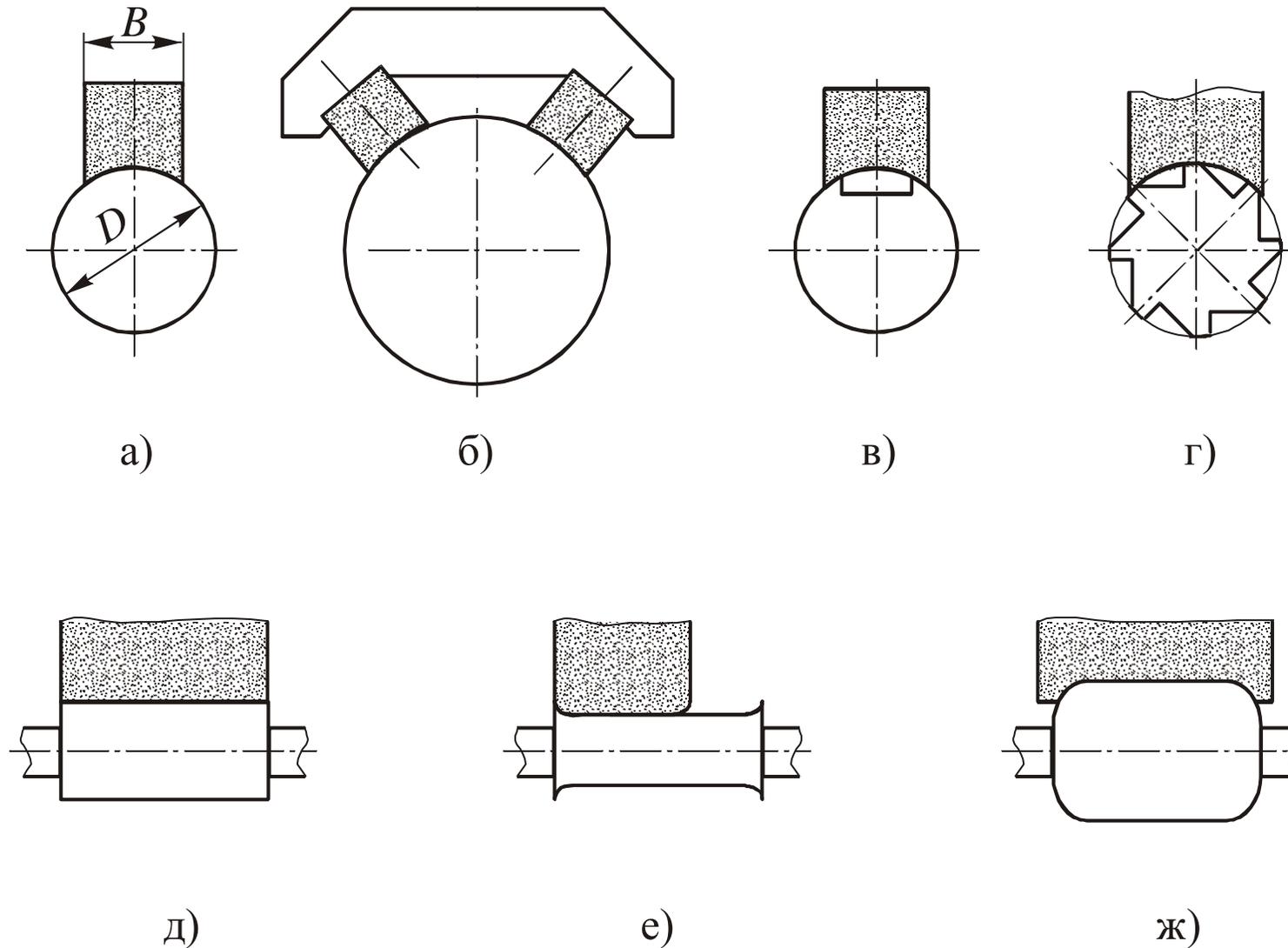


Рис. 12.25. Формы и размеры рабочих поверхностей брусков для суперфиниширования: *а* – заготовка малого диаметра; *б* – заготовка большого диаметра; *в, г* – заготовки с пазами; *д...ж* – короткие заготовки

