

Сверлильные головки (мини-СМАП) и их применение.

В 70-80е годы автору довелось достаточно плотно позаниматься решением задач механизации обработки отверстий, преимущественно в агрегатной сборке авиационной техники.

В то время в отрасли, с целью снижения виброзаболеваемости, уделялось большое внимание улучшению условий труда рабочих, работающих с пневмоинструментом.

Так, по ГОСТу 17770-86 «Машины ручные. Требования к вибрационным характеристикам» (п.5) сила нажатия на ручную машину в нормальном рабочем режиме не должна превышать **200 Н (20 кг)**. А для сверлильных ручных машин предельная кратковременная сила нажатия не должна превышать **300 Н (30 кг)**.

В связи с этим, чтобы исключить нагрузки на оператора, тогда на отечественных авиазаводах и в отраслевом НИАТе работали над созданием малогабаритных специализированных сверлильных машин с принудительной подачей инструмента. В частности - на Казанском, Иркутском, Новосибирском авиазаводах, в Киевском филиале НИАТ, и др.

По совокупности параметров обрабатываемых отверстий и мест, можно условно разделить все отверстия на группы:

1. «Тяжелые» отверстия – обработка таких отверстий простой дрелью либо практически невозможна (большие диаметры, высокопрочные материалы), либо же приходится посредством дрели выполнять множество переходов сверления, рассверливания, зенкерования и развертывания.
2. «Легкие» отверстия – которые выполняются дрелью оперативно и без особых проблем с усилием до 20 кг. Это большинство отверстий под крепежные элементы диаметром до 5...6 мм в легких материалах и тонких пакетах.
3. «Средние» отверстия – такие отверстия, которые можно обрабатывать и дрелью, но трудоемкость их обработки достаточно велика. К ним можно отнести, например, отверстия 5...15-20 мм в алюминиевых сплавах (в зависимости от толщины пакета). Для более прочных материалов – наибольший диаметр отверстий этой группы, естественно, меньше.
4. «Деликатные» (или «нежные») отверстия – при обработке неметаллов, и особенно композитных материалов, велика вероятность сколов и расслоений. Поэтому при обработке необходимо использовать специальный инструмент, устанавливать подкладки на выходе сверла. Либо использовать специальные сверлильные машины с нормируемой подачей инструмента.
5. Комбинированные отверстия, особо в сочетании материалов «тяжелый»-«деликатный», например, титан и углепластик – требуют чрезвычайно тщательно проработанного и недешевого технологического обеспечения...

В последние годы на российском рынке получили широкую известность так называемые СМАП (сверлильные машины с автоматической подачей), причем благодаря исключительно машинам зарубежных фирм. Поэтому аббревиатуру «СМАП» к настоящему времени можно считать общепринятой, и этот термин используется в закупках по торгам, в статьях и т.п.

Однако используя термин «СМАП» вообще для устройств данного класса, следует отметить, что если уделить внимание букве «А» в этом термине, то уровень автоматизации в различных сверлильных машинах с подачей широк и разнообразен.

По сути, этот уровень определяется алгоритмами, заложенных в основу функционирования устройств:

- характером основной подачи – постоянная или переменная;
- отсутствием или наложением колебаний на основную подачу (т.н. «кляющая» подача, или вибросверление);
- изменение параметров процесса – заранее настраиваемое и задаваемое, либо же адаптивно изменяемое по ходу сверла.

Ясно, что заложенные в основу каждой машины алгоритмы существенно влияют на её конструктивную реализацию, её сложность и стоимость (тем более, что желаемые алгоритмы в значительной мере ограничиваются габаритами и весом машин). Поэтому для каждой машины должны быть очерчены рациональные границы применения - как с технологической (втч для групп отверстий, рассмотренных выше), так и стоимостной точек зрения.

К примеру, о влиянии характера основной подачи на время обработки отверстия даёт представление рис.1, на котором показано типовое отверстие с переменными условиями обработки по ходу сверла (здесь рассматривается пример с однородным материалом в пакете из металла), а также представлены различные циклограммы:

1 – с постоянной подачей по всему ходу сверла;

2 – быстрый подвод сверла, и затем постоянная скорость подачи;

3 - аналогично варианту 2, но на участках рассверливания и сверления скорость подачи разная;

4 – подача сверла меняется на каждом участке его хода.

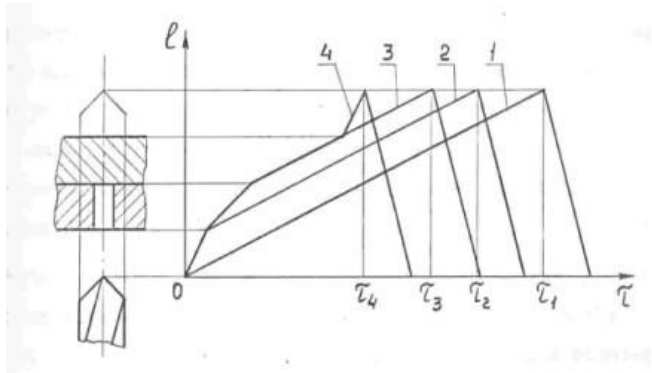


Рис.1. Варианты циклограмм

Понятно, что для «тяжелых» отверстий (группа отверстий 1) хорошим вариантом является применение сверлильных машин с постоянной «жесткой» винтовой подачей (по принципу ходовые винт-гайка). То есть это будет соответствовать циклограмме 1 на рисунке.

Именно для таких отверстий в советские годы были разработаны сверлильные машины в Казани и Киеве, которые с успехом использовались при производстве некоторых крупных изделий.

Современные зарубежные СМАП позволяют реализовать более сложные алгоритмы управления подачей и вращением сверла. Однако совокупная стоимость таких СМАП, их обслуживания и ремонта, а также соответствующих режущих инструментов и приспособлений очень велика, и может быть оправдана для действительно «трудных» отверстий (группы 1, 4, 5).

Автору этих строк в наибольшей степени пришлось поработать с механизацией обработки «средних» отверстий (группа 3), а также в ряде случаев и с «легкими» отверстиями (группа 2) – например, при одновременной обработке двух отверстий комбинированным сверлом-зенковкой под замки и анкерные гайки.

С т.з. внедрения механизации на «средних» отверстиях – эта задача не является простой, и прежде всего потому, что приходится конкурировать с обычной обработкой дрелью.

И тут важно подчеркнуть одну особенность. Непременным условием использования любых сверлильных машин с принудительной подачей режущего инструмента (причем с любыми типами приводов вращения и подачи), является необходимость замыкания сил резания (прежде всего – осевой силы) относительно обрабатываемого изделия. Для чего необходимо использовать разнообразные установочно-крепежные приспособления (сокращенно - УКП). При том разнообразии условий мест сверления и подходов к ним, что имеет место быть в сборочном производстве, это может приводить к дополнительному увеличению количества операций и подготовительного времени. Особенно в тех случаях, когда для обработки этих мест простой дрелью никаких дополнительных приспособлений не требуется.

Поэтому для эффективной механизации обработки «средних» отверстий и вытеснения трудоемкой работы дрелями необходимо:

А) Основное (машинное) время обработки посредством СМАП должно быть существенно меньше, чем при работе дрелью;

Б) Необходимо стремиться к минимизации потерь подготовительного времени на установку и закрепление УКП и СМАП, что можно достичь рациональной увязкой всех компонентов в такой технологической системе.

Для сверления «средних» отверстий (группа 3) в пакетах из преимущественно алюминиевых сплавов были созданы «мини-СМАП» - малогабаритные переносные сверлильные головки (кратко – СГ) с автоматически изменяемой по ходу сверла пневмоподачей, в зависимости от текущих условий обработки и нагрузки на инструмент. При этом был реализован алгоритм, позволяющий получать циклограмму, близкую к №4 (рис.1). Более того, в процессе авторегулирования могут возникать автоколебания подачи сверла (как вариант «клюющей» подачи), способствующие улучшению отвода стружки из обрабатываемого отверстия.

Одна из таких головок, наиболее активно используемых в то время, показана на рис.2



Рис.2. Сверлильная головка СГ-41П

При массе 2 кг, сопоставимой с массой дрели, такая сверлильная головка позволяет существенно уменьшить время сверления на многих «средних» отверстиях.

Многообразие использования данной СГ обеспечивается как за счет авторегулирования подачи, так и за счет малого веса и габаритов, а также совместном использовании различных установочно-крепежных приспособлений (УКП). Ниже приведены некоторые примеры приспособлений и вариантов использования данной СГ в производстве.

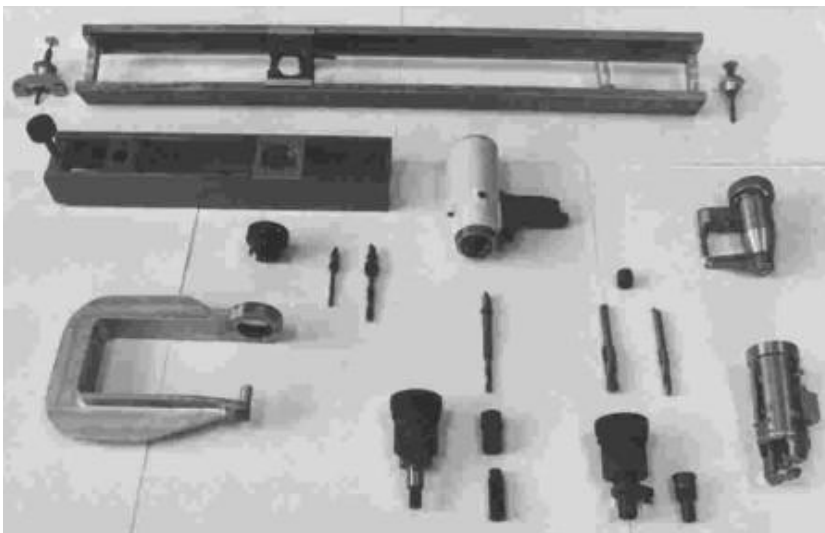


Рис.3. СГ-41П и различные приспособления (УКП)

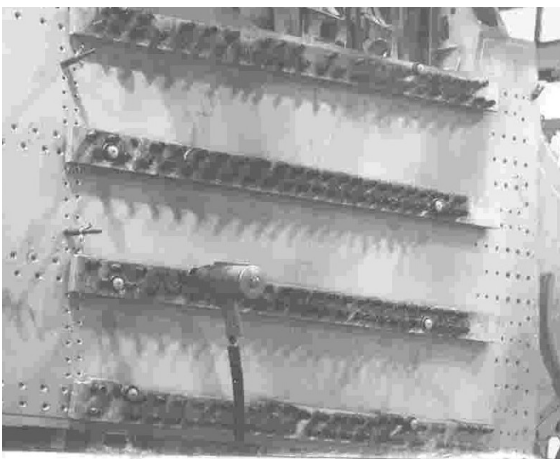


Рис.4. Закрепление СГ на навесных кондукторах



Рис.5. СГ с УКП в виде рельс, изогнутых по обводу гермоотсека

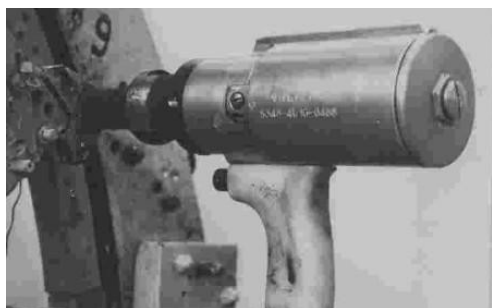


Рис.6. Модификация СГ для отверстий д.9 мм в титане, с закреплением за кондукторную втулку

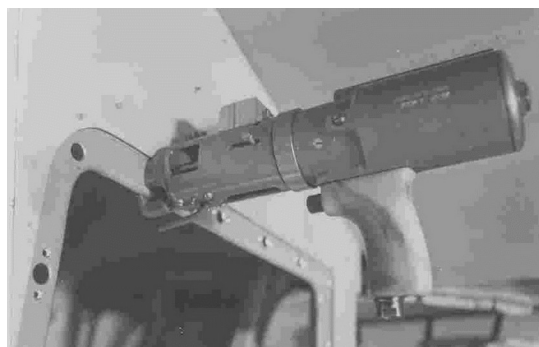


Рис.7. Модификация СГ и УКП для одновременного сверления и зенкования 2-х отв-й д.4,1 под замки

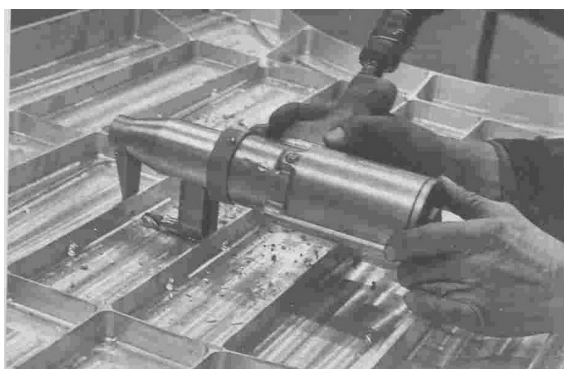


Рис.8. СГ с УКП со смещенной осью сверла д.10 мм в цехе по производству панелей

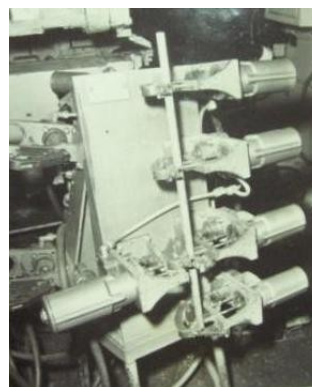


Рис.9. Групповое применение встроенных СГ в заготовительном цехе

В 80-е годы на заводе было изготовлено несколько партий данных СГ. Их эффективность была подтверждена в то время на многих техпроцессах при производстве различных изделий. Но затем обвал 90-х годов остановил и выпуск, и использование этих машин. В связи с их неиспользованием, большинство головок было списано. Несколько штук из них автору удалось купить в открытом тогда магазине б/у инструментов и сохранить в последующие годы.

На современном этапе, уже в рамках самостоятельно действующего своего предприятия, были продолжены работы по этим и подобным машинам. Во-первых, купленные ранее б/у машины были подвергнуты авторской ревизии. Вначале были выявлены проблемы, причем как «родовые», так и от эксплуатации. Затем сверлильные головки СГ-41П были подготовлены к дальнейшей работе.

Во-вторых, на основе зарекомендовавшей принципиальной схемы была создана экономичная модель СГ-32 меньшей мощности, но в различных вариациях:
- в переносном ручном варианте (с рукоятками разных видов) СГ-32П – рис. 10.1 и 10.2;



- в стационарном исполнении – СГ-32А, для встраивания в агрегатную оснастку, в тч с автономным блоком автоматики включения-выключения. На рис. 11 этот вариант показан с насадкой для закрепления за кондукторную втулку.



Рис. 11. СГ-32А с автономным блоком управления

Экономичной СГ-32 можно считать потому, что в ней используются некоторые узлы серийных пневмодрелей, что позволяет снизить сроки изготовления и стоимость СГ.

Несколько лучшие характеристики заложены в другую базовую модель – СГ-33, более адаптированную для разных вариантов применения.

В-третьих, взамен СГ-41П разработаны варианты СГ-42 с подобными характеристиками, но более нацеленные на выпуск в современных условиях.

В-четвертых, продолжены работы по созданию приспособлений УКП для расширения вариантов использования СГ данного класса. На рис 12 - пример простого приспособления в виде скобы, закрепляемой на корпусе СГ и охватывающей край изделия



Рис.12.

В заключение необходимо кратко затронуть экономические аспекты применения наших СГ.

Прежде всего, надо понимать, что конструкция таких СГ значительно сложнее пневмодрелей - помимо привода вращения, имеется также привод подачи и автоматика управления.

Кроме того, требуется применение УКП (иногда также достаточно сложных), а в некоторых случаях и специального инструмента.

Естественно, стоимость такого комплекса может оказаться существенно выше стоимости обычных дрелей. Но в то же время она несопоставимо меньше стоимости зарубежных СМАП.

Что касается охраны труда, в тч при обработке отверстий дрелями, то на данный момент мне неизвестна картина в целом по виброзаболеваемости в промышленности, и как это рассматривается на заводах. Однако ГОСТ 17770 вроде бы действует, никто его не отменял.

Таким образом, если перед вами стоят задачи повышения производительности при обработке отверстий и улучшения условий труда, то наши СГ в ряде случаев могут быть оправданной альтернативой простым дрелям.

Исходя из этого, рациональность применения СГ надлежит определять из тщательного анализа конструктивно-технологических факторов по каждому месту – свойств обрабатываемых материалов, размеров и кол-ва отверстий, требований к качеству отверстий, подходов к местам обработки, наличия Н.О., особенности уже имеющейся оснастки и тд...

Все эти аспекты мы можем рассмотреть в ходе поэтапного взаимодействия с потенциальными заказчиками.

Автор статьи:

Егоров Юрий Дмитриевич, г.Новосибирск.

В 70-80-е годы – инженер-конструктор, разработчик и внедренец СГ, изобретатель, канд.техн.наук.

С 1993 по 2022 г - директор ООО «Технос» (детали уплотнений пневмо-гидросистем).

В настоящее время – директор ООО «Сверлан».

Тел. сот.+7-960-794-0432, email: sverlan2@mail.ru