

УДК 621. 91

**Д. В. Гололобов**, ст. преп., РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина,  
**А. А. Гололобова**, преп., МГТУ «Станкин»

E-mail: [dgololobov@mail.ru](mailto:dgololobov@mail.ru), [ann2187@mail.ru](mailto:ann2187@mail.ru)

## **Методика выбора технологической оснастки для операций механической обработки**

*В статье рассмотрен общий принцип проектирования технологической оснастки для операций механической обработки на станках. Предложена методика формализованного подхода к решению задач выбора технологической оснастки из типовых решений, используемых в механической обработке деталей. Приведены общие принципы подхода к решению задач подбора технологической оснастки на основе сопряжения поверхностей детали и базирующих элементов приспособления посредством матриц бинарных отношений.*

**Ключевые слова:** проектирование, приспособление, матрица связей, последовательность проектирования, механическая обработка, станки.

**D .V. Gololobov, A.A. Gololobova**

## **Methodology for the Selection of Tooling for Machining Operations**

*The article deals with the General principle of the design of tooling for the operation of the mechanical processing on the machines. The technique of a formalized approach to decision of problems of selection of the technological equipment from standard solutions used in the machining of parts. Contains the General principles of the approach to solving problems of selection of technological equipment on the basis of interfacing surfaces of parts and base elements adjustment by means of a matrix of binary relations.*

**Keywords:** design, adaptation, matrix relations, sequence design, machining, machine tools.

При технологической подготовке производства в современном производстве широко используется вычислительная техника и специализированные технические пакеты программ. Данные пакеты программ подразделяются по своему назначению. Одним из типов задач, решаемых данными пакетами программных продуктов, является программные продукты по проектированию технологической оснастки для механической обработки деталей для машиностроительной и смежных областей.

При проектировании технологической оснастки механической обработки решается основная задача механической обработки, связанная с

точностью обработки и получения технологических размеров, заданных на технологической операции.

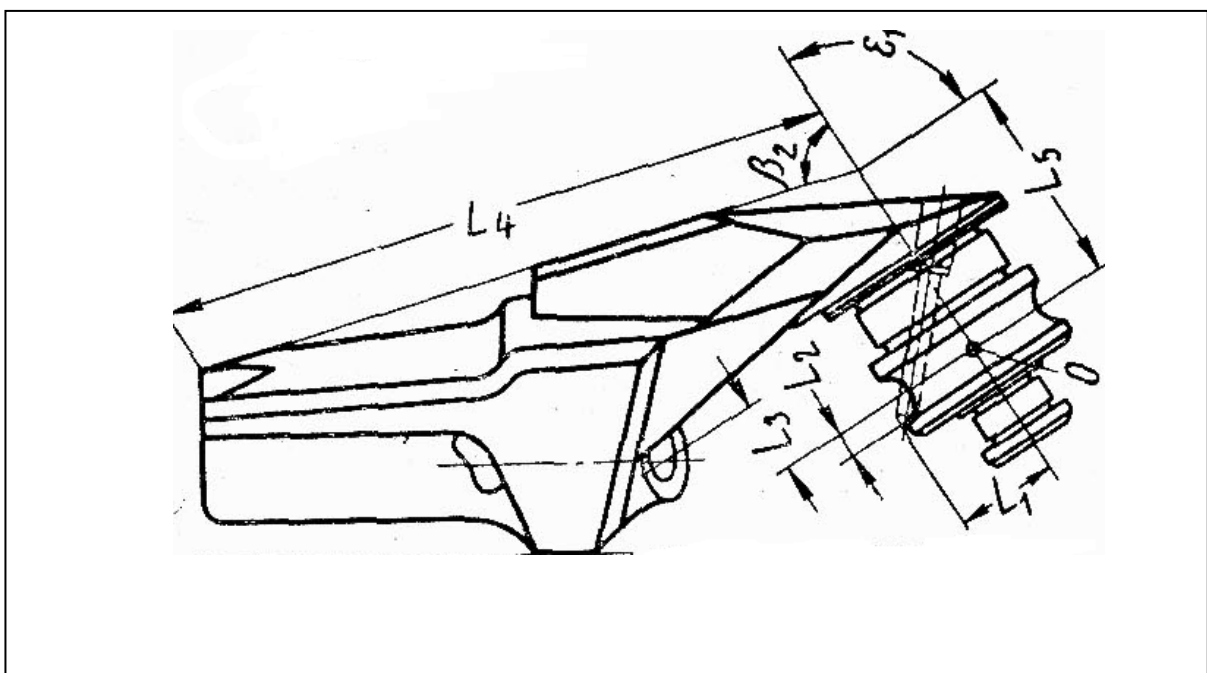
Особенность проектирования технологической оснастки механической обработки связана с видом механической обработки, компоновкой оборудования, типами обрабатываемых поверхностей. Также определенную роль имеют особенности технологической оснастки под различные виды обработки, связанные с ее служебным назначением. Для постановки задачи проектирования (выбора приспособления) для технологической операции механической обработки необходимо определиться с начальными критериями эксплуатационных свойств приспособления. Для этого при постановке задачи определим данные критерии:

1. Оборудование, для которого производится выбор (проектирование) технологической оснастки.

2. Размеры исполнительных поверхностей оборудования. (габаритные размеры стола, соединительные размеры крепежных пазов, расстояние между пазами, соединительные размеры шпинделя, посадочные поверхности шпинделя и т.д.).

3. В выбираемом (проектируемом) приспособлении, исходя из технологической задачи должна быть определена схема базирования заготовки для выполнения технологической операции.

4. В выбираемом (проектируемом) приспособлении, исходя из технологической задачи должны быть определены условия эксплуатации приспособления. Под условиями эксплуатации следует понимать диапазон размеров заготовок, для которых допустимо использовать данное приспособление, диапазон точностных характеристик, которое приспособление может обеспечивать, диапазон масс заготовок, которые могут обрабатываться на данном приспособлении, диапазон усилий прижима, которое может обеспечивать приспособление.



**Рис. 1. Общий вид лапы 3-х шарошечного бурового долота [1]**

Требование 4 связано с изготовлением деталей одной номенклатуры, но разного типа размера. В качестве примера изделий газонефтяного машиностроения можно привести пример технологического процесса изготовления лапы 3-х шарошечного бурового долота.

Габаритные размеры детали и масса будут связаны с типоразмером изделия в сборе. Типоразмеры изделия (рис.2) являются стандартизованными величинами и разброс размеров и масс будет достаточно большим, согласно таблице 1, в которой приведены стандартные 3-х шарошечные долота, производимые компанией Волгабурмаш.

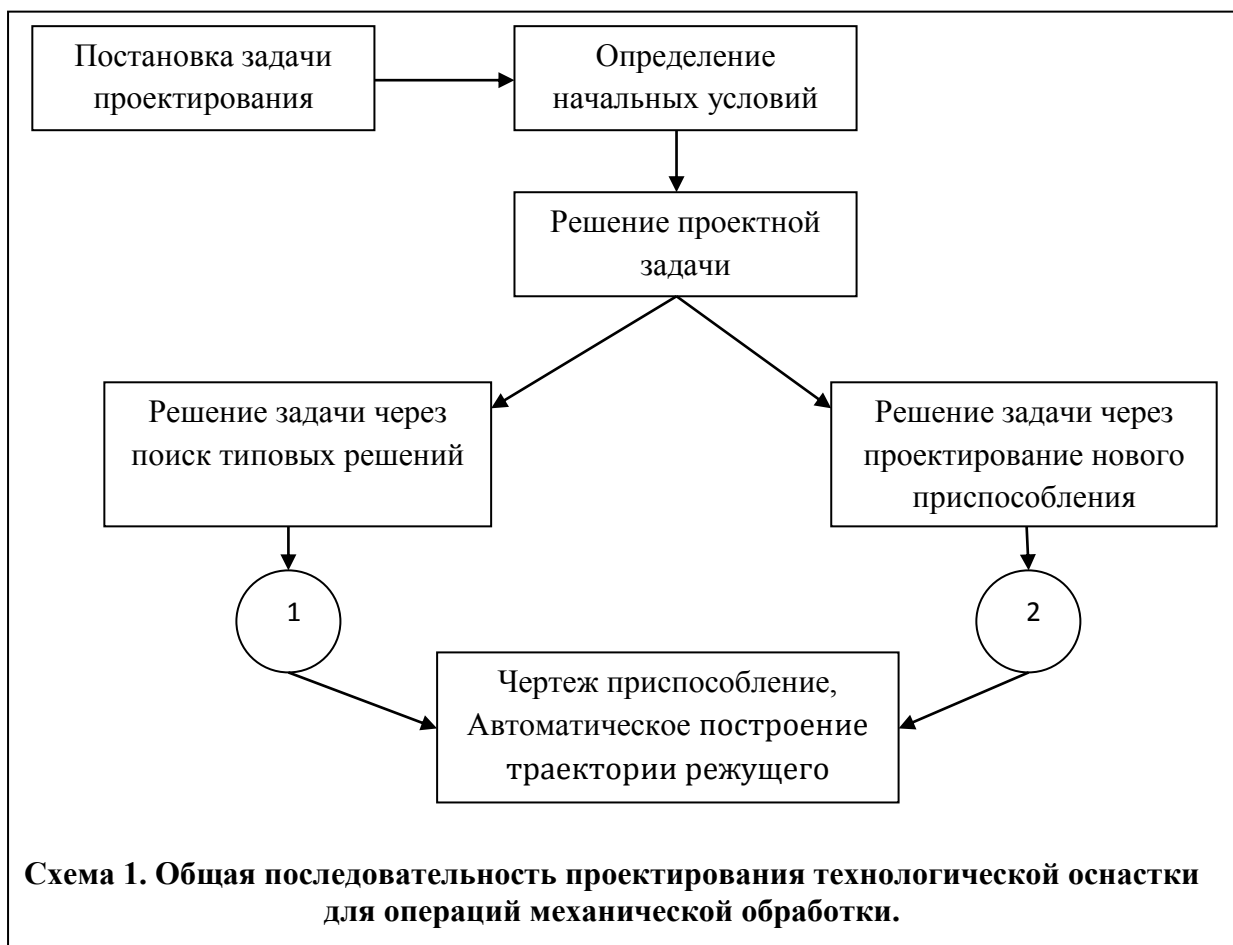
*Таблица 1*

**Номенклатура 3-х шарошечных долот серии «Slimhole» [2]**

Диаметр, мм	Диаметр, дюймы	Обозначение инструмента	Код IADC	Присоединительная резьба, ГОСТ	Присоединительная резьба, API	Масса, кг
95,3	3 3/4	95,3 SLH117 (R987)	117	3-66	2 3/8 Reg	5,5
95,3	3 3/4	95,3 SLH637 (R906)	637	3-66	2 3/8 Reg	4,0
104,8	4 1/8	104,8 SLH137 (R978)	137	3-66	2 3/8 Reg	6,0
104,8	4 1/8	104,8 SLH117 (R986)	117	3-66	2 3/8 Reg	6,0
104,8	4 1/8	104,8 SLH537 (R944)	537	3-66	2 3/8 Reg	4,4
104,8	4 1/8	104,8 SLH214 (R871)	214	3-66	2 3/8 Reg	4,7
104,8	4 1/8	104,8 SLH215 (R870)	215	3-66	2 3/8 Reg	4,7
104,8	4 1/8	104,8 SLH135 (R757)	135	3-66	2 3/8 Reg	6,0
104,8	4 1/8	104,8 SLH517 (R541)	517	3-66	2 3/8 Reg	5,0
108,0	4 1/4	108,0 SLH517 (R542)	517	3-66	2 3/8 Reg	5,0
149,2	5 7/8	149,2 SLH134 (R975)	134	3-88	3 1/2 Reg	15,0
149,2	5 7/8	149,2 SLH214 (R764)	214	3-88	3 1/2 Reg	15,0
152,4	6	152,4 SLH215 (R850)	215	3-88	3 1/2 Reg	13,5
155,6	6 1/8	155,6 SLH215 (R861)	215	3-88	3 1/2 Reg	15,6
155,6	6 1/8	155,6 SLH135 (R753)	135	3-88	3 1/2 Reg	17,0
158,7	6 1/4	158,7 SLH127 (R186)	127	3-88	3 1/2 Reg	15,2
158,7	6 1/4	158,7 SLH537 (R147)	537	3-88	3 1/2 Reg	16,7
158,7	6 1/4	158,7 SLH517 (R145)	517	3-88	3 1/2 Reg	16,5
161,0	6 11/32	161,0 SLH126 (R098)	126	3-88	3 1/2 Reg	16,6
161,0	6 11/32	161,0 SLH517 (R094)	517	3-88	3 1/2 Reg	17,0
165,1	6 1/2	165,1 SLH817 (R148)	817	3-88	3 1/2 Reg	18,3
165,1	6 1/2	165,1 SLH537 (R144)	537	3-88	3 1/2 Reg	18,3
171,4	6 3/4	171,4 SLH537 (R152)	537	3-88	3 1/2 Reg	21,0
171,4	6 3/4	171,4 SLH517 (R151)	517	3-88	3 1/2 Reg	21,0
Диаметр, мм	Диаметр, дюймы	Обозначение инструмента	Код IADC	Присоединительная резьба, ГОСТ	Присоединительная резьба, API	Масса, кг



В общем случае последовательность проектирования можно представить в виде набора определенных шагов и в общем случае графически отобразить в виде следующей схемы (1):



Первый вариант проектирования больше связан с поиском типовых решений поставленной задачи.

Начальным этапом решения данной задачи является уточнение оборудования и соответствия технологической оснастки данному оборудованию. Данную задачу можно решать с помощью диалога компьютер-пользователь (проектировщик). Данные по решению поставленной задачи можно представить в виде матрицы бинарных отношений (табл.2):

Таблица 2

*Связь между группами станков участка и технологической оснасткой*

Группа станков	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>7</sub>	П <sub>n</sub>
Г <sub>1</sub>	1		1	1	1	1		1
Г <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1		1
Г <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	1		
Г <sub>4</sub>							1	
Г <sub>k</sub>	1	1	1	1	1	1		1

Соответственно, если станок заданный технологом в технологической операции, относится к 1 группе оборудования, то перечень технологической оснастки для решения поставленной задачи (согласно табл.1) имеет следующий вид:

$$Г_1(П) = П_1 \wedge П_3 \wedge П_4 \wedge П_5 \wedge П_6 \wedge П_n(1)$$

Далее на основании связей технологической оснастки и групп станков необходимо выявить связи между приспособлениями в группе и станками, входящими в группу.

Таблица 3

*Связь между станками в группе участка и технологической оснасткой (на примере первой группы)*

Станок	П <sub>1</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>n</sub>
С <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	1
С <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	
С <sub>k</sub>	1		1		1	1

Связь станков и приспособлений в первой группе станков (согласно табл.3) будет определяться следующим образом:

$$C1(\Pi) = \Pi_1 \wedge \Pi_3 \wedge \Pi_4 \wedge \Pi_5 \wedge \Pi_6 \wedge \Pi_n(2)$$

Далее исходя из поставленной технологической задачи обработки необходимо связать приспособления с типами схем базирования, которые будут реализовывать на детали (табл.4).

Таблица 4

*Связь между приспособлениями и схемами базирования*

Схема базирования	$\Pi_1$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_n$
Б <sub>1</sub>	1	1			1	
Б <sub>2</sub>			1	1		
Б <sub>3</sub>						1

Если заготовка на текущей операции технологического процесса базируется по первой схеме базирования, то согласно таблице 4 и формуле 2 для нашего случая будем иметь следующий перечень технологической оснастки:

$$B1(\Pi) = \Pi_1 \wedge \Pi_3 \wedge \Pi_6 \quad (3)$$

В процессе реализации, указанной на технологической операции схемы базирования необходимо связать исполнительные поверхности приспособления и базирующие поверхности заготовки, которые определены технологом в процессе проектирования технологического процесса. Для этого необходимо предварительно описать исполнительные поверхности приспособления с помощью подхода формализованного описания элементов и формы рабочей поверхности базирующего элемента.

Данный подход позволит упростить определение связей между исполнительными поверхностями базирующего элемента приспособления и базирваемой поверхностью детали по признаку геометрического сопряжения.

Соответственно для дальнейшей работы с приспособлениями необходимо определить группы поверхностей относящиеся к базирующим элементам (табл.5).

Таблица 5

*Связь между приспособлениями и группами поверхностей базирующих элементов*

Группы поверхностей	П <sub>1</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>n</sub>
Гр.пов <sub>1</sub>	1	1			1	1
Гр.пов <sub>2</sub>	1		1	1		
Гр.пов <sub>3</sub>		1	1			1
Гр.пов <sub>4</sub>	1			1	1	1
Гр.пов <sub>k</sub>		1	1	1		

Далее необходимо определить связи между группами поверхностей, определяющих положение обрабатываемой детали и группами исполнительных поверхностей базирующих элементов приспособления (табл.6).

Таблица 6

*Связь между поверхностями детали(ПД<sub>j</sub>) и группами поверхностей базирующих элементов(Гр.пов<sub>i</sub>)*

Группы поверхностей	ПД <sub>1</sub>	ПД <sub>2</sub>	ПД <sub>3</sub>	ПД <sub>4</sub>	ПД <sub>5</sub>	ПД <sub>n</sub>
Гр.пов <sub>1</sub>		1			1	
Гр.пов <sub>2</sub>	1		1			1
Гр.пов <sub>3</sub>	1	1				1
Гр.пов <sub>4</sub>	1			1	1	
Гр.пов <sub>k</sub>		1	1	1		

Если в качестве базирующих поверхностей детали технологом определены например поверхности ПД<sub>3</sub> и ПД<sub>5</sub>, тогда согласно таблицы 5 в качестве базирующих элементов приспособления могут выступать элементы с группами поверхностей Гр.пов<sub>2</sub> или Гр.пов<sub>k</sub> и элементы с Гр.пов<sub>1</sub> или Гр.пов<sub>4</sub>. Т.е. приспособление должно иметь вид сопряжения  $P = (Гр.пов_2 \vee Гр.пов_k) \wedge (Гр.пов_1 \vee Гр.пов_4)$ .

Т.е. область решений задачи появляется в следующих сочетаниях:

$$P = (Гр.пов_1 \wedge Гр.пов_2) \vee (Гр.пов_1 \wedge Гр.пов_k) \vee (Гр.пов_2 \wedge Гр.пов_4) \vee (Гр.пов_4 \wedge Гр.пов_k) \dots \dots \dots (4)$$

Из таблицы 5 отбрасываем строку Гр.пов<sub>3</sub>, которая не относится к нашему решению, и формируем решения по сочетанию требуемых поверхностей в приспособлении на основании таблицы 7:

Таблица 7

*Приведенная таблица связей между приспособлениями и группами поверхностей базирующих элементов.*

Группы поверхностей	П <sub>1</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>н</sub>
Гр.пов <sub>1</sub>	1	1			1	1
Гр.пов <sub>2</sub>	1		1	1		
Гр.пов <sub>4</sub>	1			1	1	1
Гр.пов <sub>к</sub>		1	1	1		

Решения формируются по столбцам:

$$П_1 = (Гр.пов_1 \wedge Гр.пов_2 \wedge Гр.пов_4);$$

$$П_3 = (Гр.пов_1 \wedge Гр.пов_к);$$

$$П_4 = (Гр.пов_2 \wedge Гр.пов_к);$$

$$П_5 = (Гр.пов_2 \wedge Гр.пов_4 \wedge Гр.пов_к);$$

$$П_6 = (Гр.пов_1 \wedge Гр.пов_4);$$

$$П_н = (Гр.пов_1 \wedge Гр.пов_4).$$

Согласно формуле решений (4) приспособления П<sub>4</sub>, П<sub>6</sub>, П<sub>н</sub>, не обладают необходимым набором поверхностей для решения задачи проектирования, по этому не являются решениями поставленной задачи, а приспособления П<sub>1</sub>, П<sub>3</sub> и П<sub>5</sub> могут быть использованы на заданной операции.

Соответственно, при решении задачи выбора приспособления и при соответствующем описании таблиц соответствий мы можем получить вариантность решений по использованию имеющейся технологической оснастки на текущей операции технологического процесса. Если же вариант решения отсутствует, то решение поставленной задачи идет через вторую ветвь проектирования.

#### Список литературы

1. С.Г. Султанов «Прогрессивная технология нефтепромыслового машиностроения (бурильный инструмент)» – Москва. – 1969.
2. Материалы сайта компании Волгабурмаш: [http://vbm.ru/product\\_catalogue/id/91](http://vbm.ru/product_catalogue/id/91)