

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОЧИХ КОЛЕС  
ДЛЯ ШАХТНЫХ МНОГОСЕКЦИОННЫХ НАСОСОВ**

Коваль А.Н., Алиев Н.А.

(НИИГМ им. М.М. Федорова, г. Донецк, Украина)

*Повышение ресурса многосекционных шахтных насосов зависит от технологии изготовления рабочих колес (турбин). Сравнение рабочих турбин различных производителей и анализ их характеристик показал, что основные размеры различны и отличаются от номинальных. Предлагается новая технология изготовления рабочих колес (турбин) модульно-шаговым методом.*

*The increase of a resource of multistage centrifugal pumps can be carried out with application of technology of making of work whels (turbines). Copration of variety of work turbines and analysis characteristic of them exposed sizable divergences with each other them. Proposed the new tecnology of making of work whels (turbines) by step-module method.*

Рабочая характеристика многосекционных шахтных центробежных насосов, спектр вибропараметров и акустических колебаний их надежность, долговечность и ремонтпригодность всецело зависят от материалов и технологических подходов к изготовлению рабочих колес (турбин) [1].

Известно, что с точки зрения литейных свойств (относительно невысоких температур плавки и высокой жидкотекучести) и обеспечения прочности динамически нагруженных деталей, вращающихся с окружной скоростью до 28 м/с, типа диски, шкивы, рабочие колеса, наиболее распространенным и приемлемым материалом является чугун. Во многих случаях, детали из него имеют преимущества перед стальными деталями благодаря тому, что структура чугуна состоит из металлической основы и графита [2].

Отклонение стержней, методы их сушки, нежесткость граней стержней, погрешности формовки и качество формовочной смеси, — все это в совокупности не позволяет получить одинаковые или в достаточной мере однородные по литью рабочие колеса.

Почти во всех случаях наблюдается весьма большой разброс геометрии и весового показателя колес как после литья, так и после

полной механической обработки их (см. таблицу 1), что резко ухудшает вибро- и акустические показатели многосекционных машин [3].

Анализ и исследование, проведенные авторами при содействии НПО "СКТМ-XXI Век" более трех тысяч колес различных модификаций и производителей показал:

Рабочие колеса в чугунном исполнении, несмотря на высокие антифрикционные свойства материала [4], имеют большой весовой разброс, значительные отклонения от геометрии и точностных показателей (см. таблицу 1 и рисунок 1).

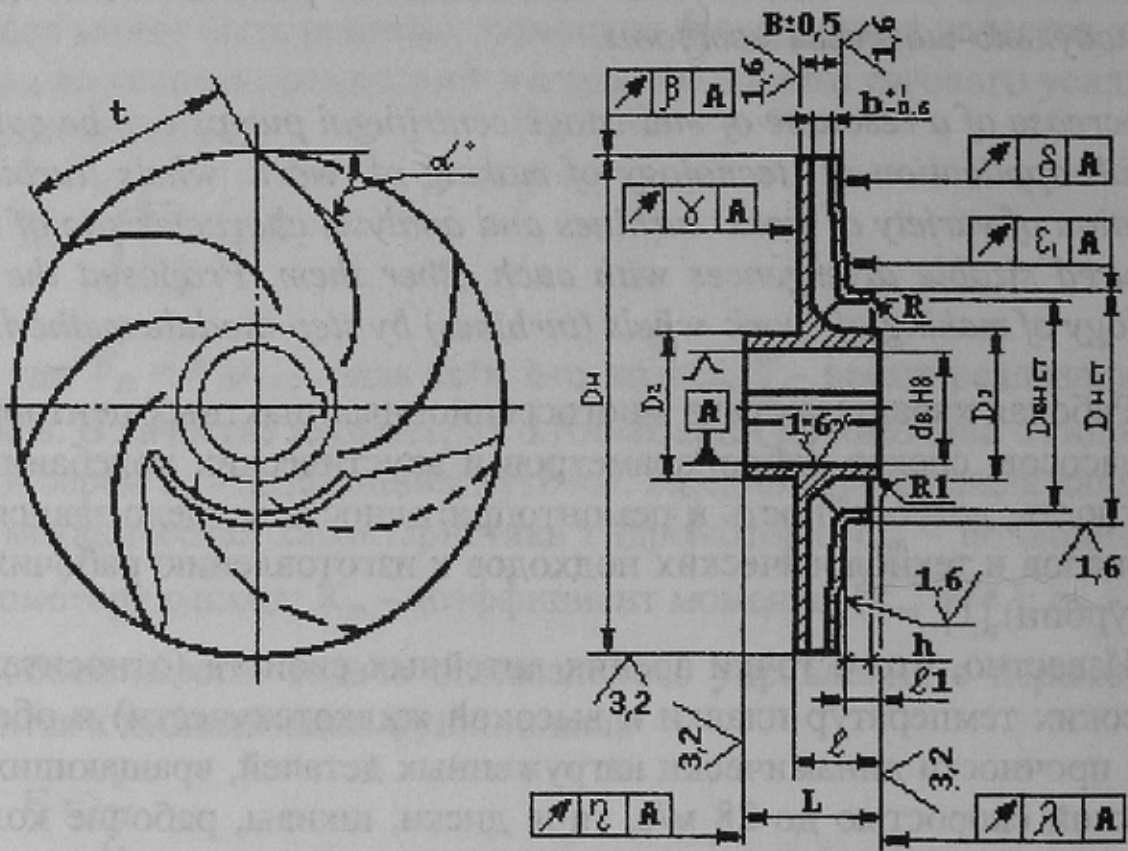


Рисунок 1 – Геометрические параметры рабочих колес



Таблиця 1 – Параметри робочих колес

Параметри, мм	Завод-изготовитель, тип рабочего колеса					
	ООО "Спе- цугле- монтаж", г. Донецк, чугунное литье	ОАО "ГМЗ", г. Горловка, стальное сварное	ЦРМ, Укрпромвод- чермет, г. Донецк, чугунное литье	АО "Бу- ран", г. Донецк, стальное сварное	АО "Гор- маш", г. Донецк, чугунное литье	НПО "СКТМ XXI век", г. Донецк, Укрпромвод- чермет, г. Донецк, чугунное литье
$D_H$	439	439	438,9	436,8	438,7	439,5
$D_{H.СТ.}$	208,9	209,6	209,5	209,2	209,4	209,8
$D_{BH.СТ.}$	189,4	191,5	190,3	190,25	190,3	190,5
$D_1$	119,4	119,8	119,9	119,5	119,5	119,7
$D_2$	124,7	124,8	124,9	124,4	124,5	124,8
$d_B$	100,03	100,03	100,02	100,04	100,04	100,03
$h$	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	0,8
$l$	72,1	72,2	72	72,2	72,3	72,2
$l_1$	22	23	22	23	22,5	21,8
$L$	120,3	120,1	120,1	120,4	120,2	119,95
$b$	23	23	23,5	23,5	23	23,5
$B$	38	38,8	38,8	37,8..38	38,5	38,2
$\beta$	0,15	0,1	0,1	0,1	0,15	0,04
$\gamma$	1,2	1,4	0,4	1,8	1,2	0,03
$\delta$	0,8	1,0	0,4	1,5	1,2	0,03
$\epsilon$	0,55	0,4	0,1	0,4	0,3	0,04
$\eta$	0,25	0,1	0,4	0,15	0,2	0,02
$\lambda$	0,15	0,3	0,1	0,4	0,2	0,02
$R$	1,5	5	5	5	5	5
$R_2$	0	0	0	0	0	0,5
$\alpha, ^\circ$	34	34	34	34	35	34
$S_{сект}$	15635	16029	16062	16030	16025	16065,5
Масса, кг	20,5.. 24,0	22,5.. 25,0	20,5.. 22,5	23,5.. 25,5	20,5.. 23,5	20,5.. 22,5

Межлопаточные зоны (см. рисунок 2) неадекватны друг другу даже в пределах одного колеса, чем и объясняется высокая динамика насосов. Продольное и поперечное вскрытие межлопаточной зоны чугунных колес показывает наличие разнотолщинности по длине ло-

патов, на дисках и лопатках имеются наплывы, пригары, пористые структуры невысокой твердости и т.д.

В совокупности эти зоны являются участками приводящими в процессе работы к изменению вибрационной картины агрегата, т.к. происходит их вымывание абразивной рабочей жидкостью и изменение дисбаланса вращающихся масс. К технологическим методам, уменьшающим эти зоны, является предложенная технология гидроабразивной обработки рабочих колес до статической и динамической балансировки, с селекцией колес при сборке с учетом зазоров и дисбалансов [5]. Однако все эти мероприятия резко увеличивают стоимость колес и насоса в целом, что особенно нецелесообразно для агрегатов в чугунном исполнении.

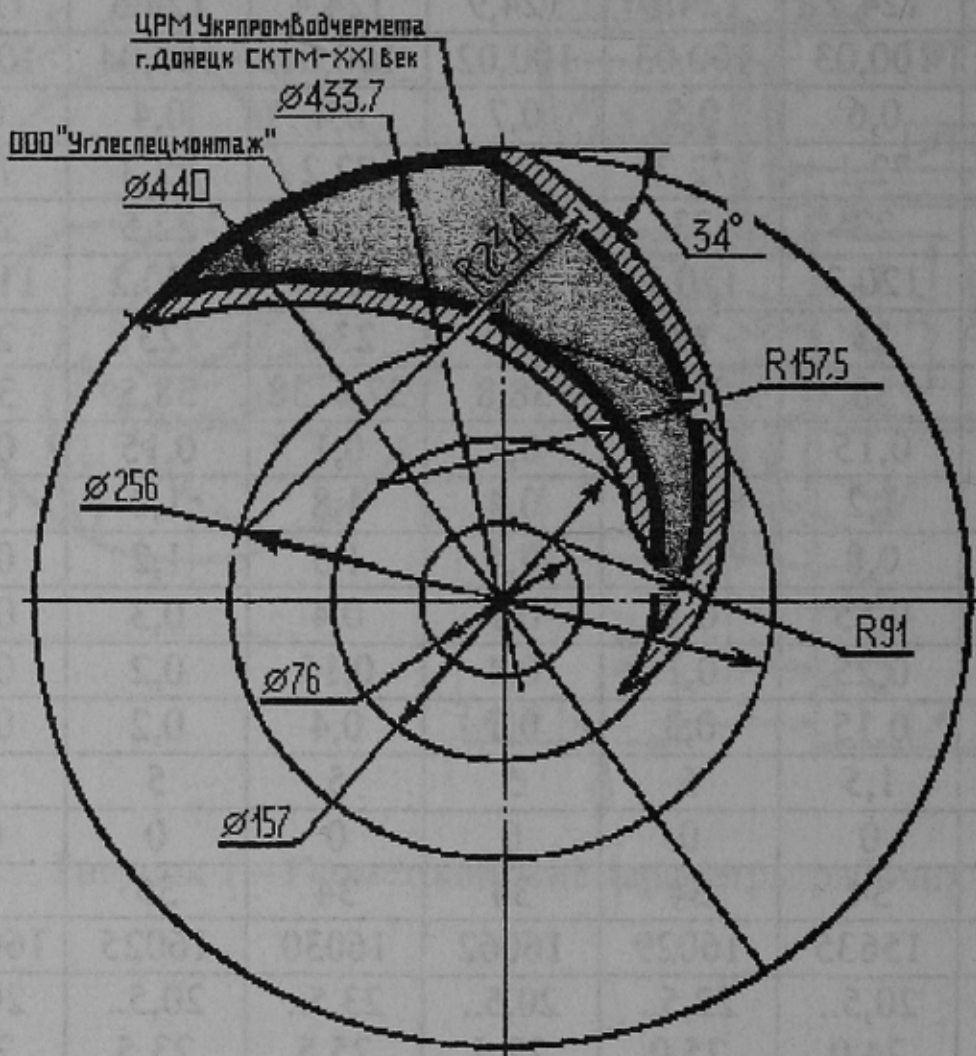


Рисунок 2 – Геометрические параметры межлопаточной зоны рабочих колес

2. При производстве стальных колес многие технологические несовершенства сохраняются. В таблице 1 приведены данные по ве-



совому показателю как литых, так и сварных стальных колес. Весовой анализ их показывает, что, несмотря на некоторое уменьшение колебания весов для стальных колес перепад все-таки высок: до  $1,2 \div 2,5$  кг для литых колес и  $600 \div 800$  грамм – для сварных.

Наблюдается неадекватность межлопаточной зоны, большая толщина лопаток относительно общепринятого номинала для рабочих колес шахтных насосов, уменьшение шага между лопатками и рабочей площади сечения колес. На колесе стального сварного исполнения наблюдаются пригары, неравномерности сварки шва, непровар, что может привести, а в некоторых случаях и приводит к срыву лопаток.

3. Изготовление рабочих колес многосекционных шахтных насосов из других материалов, например латуни или бронзы, неоправданно дорого или невозможно из-за финишных технологических операций и получения требуемой прочности и износостойкости изделий.

Многолетний опыт работы и, следовательно, и эксплуатации многосекционных шахтных центробежных насосов, накопленный Научно-исследовательским институтом горной механики им. М.М. Федорова показал, что даже применение оригинальных технологий при изготовлении насосов некоторых производств, в частности НПО “СКТМ-XXI Век”, не позволяет сделать здесь существенный рывок в увеличении ресурса, надежности насосов, повышения их напорных характеристик [6].

НИИГМ им. М.М. Федорова совместно с НПО “СКТМ XXI век” предложен модульно-шаговый способ изготовления рабочих колес. Основным принципом такого технологического процесса является разделение изделия на модули и, в каждом конкретном случае, обработка и контроль исходных параметров модуля производится шаговым способом с выходом модуля как окончательного изделия. Модульно-шаговый способ изготовления изделия позволяет получить полностью взаимозаменяемые модули с конструкторскими параметрами, адекватными друг другу и имеющими возможность как сменяемости друг друга в процессе изготовления изделия, так и замены. Кроме того, модульно-шаговый способ позволяет оценить влияние и значимость размерной цепи модуля на общую размерную цепь выходного изделия. В данном случае рабочее колесо разделено на модули и, в пределах каждого модуля, оно окончательно подвергается механической обработке или иным видам воздействия, контролируется и подается на сборку, после которой оно подвергается окончательной

механической обработке и закалке. Основой производства является листовой и фасонный прокат, переналаживаемая оснастка, специальный инструмент, позволяющие осуществлять технологический процесс по изготовлению рабочих колес любых типоразмеров.

Такое производство рабочих колес позволит получить совершенно одинаковые по своим параметрам турбины, осуществить локально в модулях термическую или химико-термическую обработку, а также, создать гибкую производственную систему по изготовлению рабочих колес различных типоразмеров в условиях одного производства от насосов шахтных до судовых погружных, доковых и нефтяных.

**Список источников.**

1. Пак В.С., Гейер В.Г. Рудничные вентиляторные и водоотливные установки. – М.: Углетехиздат, 1950. – 427 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1977. – 646 с.
3. Пфейдлер К. Лопаточные машины для жидкостей и газов. – М.: Машгиз, 1960. – 683 с.
4. Алиев Н.А., Эфрос Б.М. Повышение эксплуатационных свойств самосмазывающихся элементов многосекционных центробежных насосов на основе применения новых материалов. // Международный сборник научных трудов. Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – Донецк, 2001. – с. 3–9.
5. Алиев Н. А., Сахби Зантур Гидроабразивный метод обработки рабочих колес – основа увеличения ресурса многоступенчатых насосов. // Международный сборник научных трудов. Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – Донецк, 2001. Вып. 16 – с. 18-25
6. Алиев Н. А. Технологические особенности увеличения ресурса динамических насосов. // Международный сборник научных трудов. Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – Донецк, 2001. Вып. 16 – с. 9-18.