

Работоспособность можно возобновить в интервале времени $t, (t+dt)$, если за этот промежуток времени будет восстановлена первая или последующие машины. Вероятность восстановления определяется по формулам

$$P_{11}=\mu_1 dt; P_{12}=\mu_2 dt; P_{13}=\mu_3 dt; P_{1n}=\mu_n dt, \quad (12)$$

где $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_n$ – параметры потоков восстановления машин.

Для нахождения вероятности безотказной работы машин и оборудования составим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} dP(\tau)/d\tau &= -aP(\tau) + \mu_1 P_1(\tau) + \mu_2 P_2(\tau) + \mu_3 P_3(\tau) + \dots + \mu_n P_n(\tau); \\ dP_1(\tau)/d\tau &= \omega_1 P(\tau) - (\mu_1 + a_1) P_1(\tau); \quad dP_2(\tau)/d\tau = \omega_2 P(\tau) - (\mu_2 + a_2) P_2(\tau); \\ dP_3(\tau)/d\tau &= \omega_3 P(\tau) - (\mu_3 + a_3) P_3(\tau); \quad dP_n(\tau)/d\tau = \omega_n P(\tau) - (\mu_n + a_n) P_n(\tau); \end{aligned} \quad (13)$$

где $a, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ – коэффициенты:
 $a = (\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots + \omega_n) dt$; $a_1 = (\omega_2 + \omega_3 + \dots + \omega_n) dt$;
 $a_2 = (\omega_1 + \omega_3 + \dots + \omega_n) dt$; $a_3 = (\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n) dt$.

После преобразования систем дифференциальных уравнений определим вероятность работы линий и входящих в их состав машин:

$$\begin{aligned} P(\tau) &= [\mu_1 P_1(\tau) + \mu_2 P_2(\tau) + \mu_3 P_3(\tau) + \dots + \mu_n P_n(\tau)] / a; \quad (14) \\ P_1(\tau) &= \omega_1 P(\tau) / (\mu_1 + a_1); \quad P_2(\tau) = \omega_2 P(\tau) / (\mu_2 + a_2); \\ P_3(\tau) &= \omega_3 P(\tau) / (\mu_3 + a_3); \quad P_n(\tau) = \omega_n P(\tau) / (\mu_n + a_n). \end{aligned}$$

Решив полученное уравнение относительно нормированного условия $\sum P_i = 1$, получим расчетные формулы вероятности безотказной работы комплекта машин и отдельных ее составляющих:

$$P = (1 + \omega_1 / (\mu_1 + a_1) + \omega_2 / (\mu_2 + a_2) + \omega_3 / (\mu_3 + a_3) + \dots + \omega_n / (\mu_n + a_n))^{-1};$$

$$P_1 = P \omega_1 / (\mu_1 + a_1); \quad P_2 = P \omega_2 / (\mu_2 + a_2); \quad (15)$$

$$P_3 = P \omega_3 / (\mu_3 + a_3); \quad P_n = P \omega_n / (\mu_n + a_n).$$

Из полученных формул (15) видно, что вероятность безотказной работы технологических линий будет возрастать с уменьшением числа входящих в них машин, а следовательно увеличивается надежность технологического процесса приготовления кормовой смеси. В работе [1] приведены графические зависимости распределения времени между отказами от коэффициента $\rho^1 = \frac{\omega}{\mu}$, из которых видно, что время между отказами возрастает в связи с увеличением вероятности безотказной работы каждой машины.

Таким образом, выдвинутый критерий выбора машин любой технологической линии позволяет определить преимущества и недостатки любого комплекта для подготовки кормов к скармливанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьев П.И. и др. Технологическое оборудование кормоцехов/ – П.И. Леонтьев, В.И. Земсков, В.Н. Потемкин. – М.: Колос, 1984. – С. 112-114.
2. Земсков В.И. Оптимальная надежность комплектов машин и оборудования кормоцехов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1982. – №2. – 18 с.
3. Передня В.И. Механизация приготовления кормосмесей для крупного рогатого скота. – Мн.: Ураджай, 1990. – 150 с.

УДК 631.115.7 / 8

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 06.05. 2006

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМОВ И СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА В СЫРЬЕВЫХ ЗОНАХ КРАХМАЛЬНЫХ ЗАВОДОВ БЕЛАРУСИ

В.М. Синельников, аспирант (УО БГАТУ)

АННОТАЦИЯ

Объемы и структура производства в сырьевой зоне по производству и переработке картофеля. Выделены производственные типы предприятий, входящих в кооперативно-интеграционное формирование. Расчеты выполнены путем постановки и решения экономико-математической задачи с использованием компьютерной техники.

В Государственной программе возрождения и развития села на 2005-2010 гг. подчеркивается, что самым верным и надежным путем повышения концентрации и углубления специализации сельскохозяйственного производства, перевода его на индустриальную основу

является всемерное развитие различных форм кооперации и всестороннее организационно-экономическое сотрудничество, т.е. создание кооперативно-интеграционных структур. В научных исследованиях вопросы организации кооперативно – интеграционных структур

в зонах производства и переработки сельскохозяйственного сырья разработаны достаточно полно, что нельзя сказать об экономическом обосновании, в частности оптимизации объемов и структуры производства таких формирований. По этой причине процесс становления кооперативно-интеграционных формирований в республике идет очень медленно. Инвесторы из-за большой степени риска не решаются вкладывать сюда финансовые средства. Это характерно и для предприятий сырьевых зон картофелеперерабатывающих заводов Беларуси.

Современное состояние крахмальной промышленности и ее сырьевой базы не отвечает требованиям эффективного ведения сельскохозяйственного и промышленного производства. Крахмальные заводы и предприятия, производящие сырье, находятся в ведении двух ведомств: крахмальные заводы относятся к «Белгоспищепрому», предприятия-поставщики картофеля - к Минсельхозпроду РБ. Ведомственная разобщенность картофелеперерабатывающей промышленности и ее сырьевой базы создают трудности в заготовках технического картофеля, производственные мощности крахмальных заводов используются на 40 - 50 %, кроме того, затрудняется рациональное использование отходов промышленного производства (мезги). Один крахмальный завод Беларуси при использовании производственной мощности на 100 % в виде отходов может получать в среднем 10 тыс. тонн мезги, или 1,4 тыс. тонн к.ед. При правильном использовании такого количества мезги можно откормить 4,2 тыс. голов крупного рогатого скота, получив при этом 2 тыс. тонн говядины. Однако справиться с постановкой на откорм 4,2 тыс. голов крупного рогатого скота силами одного хозяйства не реально. Достаточно сказать, что в среднем на одно хозяйство Беларуси приходится около 543 коров, которые в лучшем случае позволяют иметь на откорме 407 голов молодняка крупного рогатого скота, что составляет 10% от потребности. В районах, имеющих крахмальные заводы, крупный рогатый скот сдается средним весом от 320 до 360 кг, тогда как наиболее экономически оправданно сдавать его весом 400 - 450 кг.

Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 гг. предусматривает увеличение производства сухого крахмала в 2010 г. до 50 тыс. тонн и картофелепродуктов - до 12 тыс. тонн, на что необходимо 500-600 тыс. тонн картофеля. Емкость российского рынка по сухому картофельному крахмалу составляет 35 тыс. тонн и другим картофелепродуктам 25 тыс. тонн, на что также целесообразно произвести и поставить 300-350 тыс. тонн технического картофеля. В перспективе в республике потребуются производить около 1 млн. тонн технического картофеля.

Производством технического картофеля эффективно заниматься непосредственно на самих крахмальных заводах, как это организовано на Толочинском крахмальном заводе, а также в близлежащих от заводов

хозяйствах. Однако для создания устойчивой и экономически оправданной сырьевой базы для крахмальных заводов кооперации хозяйств только по производству и переработке картофеля не достаточно. Научное использование отходов крахмалопереработки требует организации производства мяса и молока на промышленной основе. Решить все эти вопросы наилучшим образом можно за счет сохранения крупного товарного производства и кооперации хозяйств путем создания кооперативно-интеграционных структур. Крахмальный завод при этом будет входить в эту структуру на праве производственного подразделения. В данном случае, в наших исследованиях аграрно-промышленное формирование представляет группу сельскохозяйственных и промышленных предприятий, занятых производством не только промышленной продукции (например, крахмала) из сельскохозяйственного сырья (картофеля), а значительным объемом продуктов основных отраслей кооперирующихся предприятий, между которыми существуют тесная производственно-технологическая и организационная связи.

Изучение предприятий, входящих в сырьевые зоны крахмальных заводов, показывает, что в зонах заготовки технического картофеля имеют место различные производственные типы сельскохозяйственных предприятий. Целям производства наиболее полно соответствуют хозяйства, специализирующиеся в мясо-молочном, или молочно-мясном скотоводстве с развитым картофелеводством.

С учетом этого нами на примере Бельничского крахмального завода с мощностью переработки 12 тыс. тонн картофеля за сезон разработана и решена экономико-математическая задача по определению размеров и структуры производства хозяйств, входящих в сырьевую зону.

При постановке задачи учитывалось количество хозяйств аграрно-промышленного формирования, их территориальное расположение, максимальное использование имеющихся производственных ресурсов и производственной мощности крахмального завода, возможно высокий уровень концентрации производства, узкая специализация каждого хозяйства. Кооперация между предприятиями предусматривается в растениеводстве при производстве технического картофеля для нужд крахмального завода, семеноводстве зерновых, трав и картофеля, в животноводстве - при производстве говядины и воспроизводстве стада крупного рогатого скота.

Схематическая модель экономико-математической задачи имеет блочно-диагональный вид (рис. 1).

Каждый блок задачи соответствует определенным типам организаций сырьевой зоны. В экономико-математической задаче сформулированы общие цели кооперативного формирования, позволяющие учесть производственные связи в процессе функционирования. С помощью ограничений связывающего блока обеспечивается учет производства и переработки не-

		Неизвестные x_1, x_2, \dots, x_7		
Ограничения	1	Блок 1 (площадь с.-х. угодий 3803 га), мясо-молочное скотоводство и производство крахмала		
	2		Блок 2 (площадь с.-х. угодий 4597 га), выращивание нетелей и производство молока	
	3			Блок 3 (площадь с.-х. угодий 25676 га), мясо-молочное скотоводство с производством свинины, зерна, картофеля и льна
		Связывающий блок		
		Функционал		
				Правая часть

Рис. 1. Блочная модель экономико-математической задачи по установлению объемов и структуры производства сельскохозяйственных организаций

обходимого количества технического картофеля, семян сельскохозяйственных культур, рационального использования отходов (мезги), максимального производства продукции животноводства.

Размер матрицы задачи 71x78, то есть задача имеет 71 неизвестное и 78 ограничений, решена симплексным методом. В качестве критерия оптимальности принят максимум прибыли. Функционал максимума прибыли имеет вид:

$$f(x) = \sum C_j \cdot x_j$$

Математическая запись ограничений задачи по определению объемов и структуры производства кооперирующихся хозяйств представлена в следующем виде:

1. Расчет затрат по проведению перезалужения ранее улучшенных сенокосов и пастбищ в хозяйствах Бельничского района Могилевской области*

Хозяйство	Сенокосы и пастбища				Стоим. культ.-тех. работ, млн. руб.	Многолетние травы		Минеральные удобрения		Общая стоимость, млн. руб.
	Всего, га	Из них улучшенных, га	Удельный вес улучшенных, %	Необходимо ежег. перезалужать 20% от наличия улучшенных, га		Требуется семян, т.	Стоим. семян, млн. руб.	Требуется, т д.в.	Стоимость, млн. руб.	
СПК к-э им. Энгельса	1525	204	13,4	40,8	4,91	1,02	1,47	7,34	12,48	18,86
СПК Ильковичи	1274	281	22,0	56,2	6,76	1,40	2,01	10,12	17,20	25,97
СПК Кудин	956	217	22,7	43,4	5,22	1,08	1,55	7,81	13,28	20,05
СПК к-э им. Заслонова	1465	377	25,7	75,4	9,07	1,88	2,71	13,57	23,07	34,85
СПК к-э Лен. Призыв	539	208	38,6	41,6	5,00	1,04	1,50	7,49	12,73	19,23
СПК к-э Родина	688	217	31,5	43,4	5,22	1,08	1,55	7,81	13,28	20,05
СПК Лебедянка	848	145	17,1	29,0	3,49	0,72	1,04	5,22	8,87	13,40
СПК к-э им. Ленина	810	414	51,1	82,8	9,96	2,07	2,98	14,90	25,33	38,27
СПК Наша Победа	1161	194	16,7	38,8	4,67	0,97	1,40	6,98	11,87	17,94
УКСП с-э Бельнич	770	189	24,5	37,8	4,55	0,94	1,35	6,80	11,56	17,46
УКСП с-э Палевичи	1655	535	32,3	107,0	12,87	2,67	3,84	19,26	32,74	49,45
УКСП Новая Дружба	2312	606	26,2	121,2	14,58	3,03	4,36	21,82	37,09	56,03
УКСП Эсьмоны	134	-	-	-	-	-	-	-	-	-
СПК Алешковичи-Агро	540	106	19,6	21,2	2,55	0,53	0,76	3,82	6,49	9,80
УКСП Искра	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	14705	3693	25,1	738,6	88,85	18,43	26,52	132,94	225,99	341,36

*Стоимость перезалужения составляет 462,2 тыс.руб/га - 212 \$/га США (при курсе 2180 за 1 \$ США); в т.ч. Стоимость культуртехнических работ - 120,3 тыс.руб/га (88,85 млн.руб.:738,6); Стоимость удобрений NPK-1699,9 руб/кг д.в. (225,99 млн.руб.:132,94); Стоимость удобрений при норм. внесении 180 кг д.в./га - 225,99 млн.руб (132,94:738,6) = 180 тыс.руб/га (180 • 1699,9); Стоимость семян трав при высеве 25 кг/га - 18,43 млн.руб (18,43:738,6) и цене семян трав 1440руб/кг. - 36 тыс.руб/га (25 • 1440)

по использованию производственных ресурсов

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

по гарантированному производству отдельных видов продукции

$$\sum_{j=1}^{n1} V_{ij} \cdot x_j \geq Q_i \quad i = 3, 4, \dots, m1;$$

по производству и использованию кормов

$$\sum_{j=1}^{n2} b_{ij} \cdot x_j \leq \sum_{j=1}^{n2} a_{ij} \cdot x_j + b_i \quad i = 5, 6, \dots, m2;$$

по минимальному объему j отрасли

$$\sum_{j=1}^{n3} x_j \geq A_j;$$

при условии неотрицательности переменных $x_j \geq 0$.

В сырьевых зонах крахмальных заводов по структуре товарной, валовой продукции и трудовых затрат выделены на перспективу следующие типы предприятий: 1 - скотоводческий (доращивание и откорм крупного рогатого скота) и производство крахмала; 2 - скотоводческий (выращивание нетелей) и производство молока; 3 - скотоводческий (молочного направления) и производство зерна, картофеля, льна. Между этими типами предприятий устанавливаются тесные связи по

размещению и организации производства.

Функционирование выделенных производственных типов предприятий с узкой специализацией производства немислимо без дальнейшей интенсификации кормопроизводства. Здесь планируется ежегодное перезалужение ранее улучшенных сенокосов и пастбищ на площади 20% от наличия, что по 15 хозяйствам составляет 739 га. На проведение этой работы затраты составят 341,36 млн. руб., из них на культуртехнические – 88,85 млн. руб., на приобретение семян трав – 26,52 млн. руб., минеральных удобрений – 225,99 млн. руб. Стоимость перезалужения улучшенных сенокосов и пастбищ составляет 462 тыс. руб./га. Улучшенные сенокосы и пастбища позволяют увеличить их продуктивность как минимум в 4 раза, и с площади 3693 га представляется возможным получить 16618 т к.ед. и 1846 тонн переваримого протеина. В каждом предприятии будет создано в расчете на корову не менее 0,5 га культурных сенокосов и пастбищ, что укладывается в нормативное обеспечение животных лугопастбищными угодьями, способствует заготовке дешевых травянистых кормов, снижению себестоимости и увеличению прибыльности производства продукции скотоводства (табл. 1).

Интенсивное использование существующих сенокосов и пастбищ позволит снизить кормопроизводственную нагрузку на пашню и увеличить площадь под товарные растениеводческие культуры.

С учетом возможностей кормопроизводства, научно обоснованных рационов, перспективной урожайности

сельскохозяйственных культур и решения задачи получена оптимальная структура посевных площадей в производственных типах предприятий (табл. 2).

По структуре валовой и товарной продукции, а также структуре трудовых затрат можно судить и о специализации кооперируемых предприятий (табл. 3).

Исследованиями установлена необходимость дальнейшего углубления специализации производства, которая вырисовывается в практике функционирования этих предприятий. Предложенная специализация обеспечивает прибыльное ведение производства всех предприятий, вовлеченных в кооперативный процесс (табл. 4).

Структура производства разработана для конкретных предприятий Бельничского района. Первый производственный тип предприятия – скотоводческий (откорм и доращивание крупного рогатого скота) и производство крахмала рассчитан на примере СПК «Наша Победа», второй скотоводческий (выращивание нетелей) и производство молока на примере СПК «Родина», третий производственный тип – скотоводческий (молочного направления) и производство зерна, картофеля, льна, под него подходят оставшиеся предприятия района.

Узкая специализация кооперирующихся предприятий позволяет вести рентабельное производство. По реализуемой продукции по типам предприятий она составляет: первый – 24; второй – 20; третий – 26 % и в целом по кооперируемым предприятиям 25 %.

2. Размер и структура посевных площадей

Наименование культуры	Га					%				
	Факт (2004 г.)	Перспектива 2010 г.	В том числе по типам предприятий			Факт (2004 г.)	Перспектива 2010 г.	В том числе по типам предприятий		
			1	2	3			1	2	3
Зерновые	14364	13828	1448	1467	10913	46,1	47,4	46,8	37,5	49,2
Картофель	411	712	-	-	712	1,3	2,4	-	-	3,2
С и л о с н ы е культуры	4314	1762	464	469	829	13,8	6,0	15,0	12,0	3,7
Лен	452	1500	-	-	1500	1,4	5,2	-	-	6,8
Овощи	135	500	-	-	500	0,5	2,8	-	-	2,2
Рапс	340	1500	-	-	1500	1,1	5,2	-	-	6,8
Многолетние травы	8894	1526	453	977	96	28,5	5,2	15,0	24,5	0,5
Однолетние травы	2116	1475	612	863	-	6,8	5,0	20,0	22,1	-
К о р м о в ы е корнеплоды	113	897	116	133	648	0,5	3,0	3,2	3,9	2,9
Всего посевов	31139	23700	3093	3909	16698	100	81,2	100	100	75,3
П а ш н я фермерских хозяйств	-	5480	-	-	5480	-	18,8	-	-	24,7
Итого	31139	29180	3093	3909	22178	100	100	100	100	100

3. Размер и структура товарной продукции и прибыли кооперируемых предприятий

Отрасль	Тип предприятия						В сумме по типам предприятий	
	1		2		3		млн руб.	%
	млн руб.	%	млн руб.	%	млн руб.	%		
Зерновые	14,8	0,4	54,2	1,9	3271,1	20,1	3340,1	13,6
Картофель	3,4	0,4	12,5	2,6	754,8	22,3	770,7	15,8
Лен	-	-	-	-	1761,8	10,8	1761,8	7,2
Рапс	-	-	-	-	736,5	21,9	736,5	15,1
Овощи	-	-	-	-	1646,0	10,1	1646,0	6,7
Многолетние травы (семена)	-	-	-	-	549,0	16,3	549,0	11,2
Молоко	-	-	-	-	413,5	2,5	413,5	1,7
Привес крупного рогатого скота	-	-	-	-	37,6	1,1	37,6	0,7
Нетели	-	-	-	-	1165,0	7,2	1165,0	4,7
Свинина	-	-	-	-	152,0	4,5	152,0	3,1
Крахмал	-	-	-	-	57,5	0,4	57,5	0,3
Всего	174,5	3,2	1046,9	35,6	4972,7	30,6	6194,1	25,2
	15,9	1,5	95,2	19,6	452,1	13,4	563,2	11,5
	3181,0	59,2	-	-	-	-	3181,0	12,9
	832,6	80,5	-	-	-	-	832,6	17,0
	-	-	1837,4	62,5	-	-	1837,4	7,5
	-	-	377,8	77,8	-	-	377,8	7,7
	-	-	-	-	2970,2	18,3	2970,2	12,1
	-	-	-	-	685,4	20,3	685,4	14,0
	2000,0	37,2	-	-	-	-	2000,0	8,1
	181,8	17,6	-	-	-	-	181,8	3,7
	5370,3	100	2938,5	100	16257,8	100	24566,6	100
	1033,7		485,5		3372,5		4891,7	

4. Экономическая эффективность производства кооперируемых предприятий

Показатель	Тип предприятия			В сумме по типам предприятий
	1	2	3	
Производство валовой продукции (в текущих ценах), млн руб.	5467,6	3726,0	16899,6	26093,2
Издержки производства, млн руб.	4433,9	3240,5	13527,1	21201,5
Чистый доход, млн. руб.	1033,7	485,5	3372,5	4891,7
Произведено валовой продукции: на 100 га с.-х. угодий, млн. руб.	113,8	81,0	47,9	58,4
на 1 среднегодового работника, млн руб.	12,9	12,6	12,2	12,4
на 1 чел./день, руб.	55206	53992	52050	52957
на 100 руб. издержек производства, руб.	123	115	125	123
Рентабельность производства, %	19,0	13,0	20,0	18,7
в т. ч. по реализ. продукции, %	24	20	26	25

Производство валовой продукции после внедрения модели возрастет на 68 % по сравнению с 2004 г. и составит 26093 млн. руб. Уровень производства молока и привеса крупного рогатого скота в расчете на 100 га

сельскохозяйственных угодий увеличится соответственно в 2,4 и 1,2 раза, уровень производства зерна и картофеля в расчете на 100 га пашни - в 2,1 и 1,3 раза по сравнению с фактическим производством в 2004г. (табл. 5).

5. Уровень производства продукции в кооперируемых предприятиях

Показатель	На 100 га с.-х. угодий			На 100 га пашни	
	коров, гол.	молоко, ц	привес крупного рогатого скота, ц	зерно, ц	картофель, ц
Тип предприятия:					
1	4	166	355	2039	-
2	32	1044	45	1634	-
3	16	646	5	1955	586
В сумме по типам предприятий	16	797	46	1921	586
В среднем по предприятиям Бельничского района (2004 г.)	16	322	41	900	190

Выводы

Таким образом, структурная модель, разработанная на примере сырьевой зоны Бельничского крахмального завода, позволяет увеличить объем сельскохозяйственной продукции, полностью загрузить производственную мощность крахмального завода сырьем, повысить рентабельность промышленного и сельскохозяйственного производств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005 - 2010 годы./ Белорусская нива, 28.01.2005.
2. Гусаков В.Г. Методологические основы развития кооперативной системы в АПК Беларуси // Весці НАН

Беларусі. Сер. аграр. навук - 2004.- № 4.- С. 5-14.
3. Ленков И.И. Оптимальное планирование АПК района. - Мн., 1987.
4. Методические рекомендации по созданию и функционированию агропромышленных объединений: Сост. В.Г. Гусаков. -Минск: Центр аграрной экономики Института экономики НАН Беларуси, 2006. -152 с.
5. Организационно-экономический механизм образования и функционирования продуктовых агропромышленных формирований /Под ред. В.Г.Гусакова. -Минск: Центр аграрной экономики Института экономики НАН Беларуси, 2006. -51с.

УДК 621.313.333.004.67

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.05.2006

ЧАСТИЧНЫЙ РЕМОНТ ОБМОТКИ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ДОБАВОЧНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Т.Г. Базулина, ассистент (УО БГАТУ)

АННОТАЦИЯ

Описан способ частичного ремонта трехфазного асинхронного двигателя, приведена математическая модель трехфазного асинхронного двигателя при частичном ремонте обмотки и алгоритм расчета ее добавочного сопротивления.

Введение

Целесообразность частичного ремонта обмоток трехфазных асинхронных двигателей подтверждается продолжающимся старением изоляции парка этих машин в хозяйствах нашей республики и, как правило, отсутствием в них требуемого запаса новых электродвигателей. В этих условиях выход из строя электромашины, при невозможности быстрой замены, нередко

связан с большими материальными потерями. Известная методика проведения ускоренного частичного ремонта обмоток двигателей 1' (рис.1) путем простого выкусывания из катушечных групп поврежденной секции 2, описанная в технической литературе, в частности [1], вызывает резкое повышение тока в поврежденной фазе, искажение симметрии систем трехфазных токов и напряжений, а также резкое понижение ее энергетических характеристик. Однако введение добавочного сопротивления R_d [2] в цепь поврежденной фазы позволяет в значительной мере снизить ее ток и симметризовать по величине систему фазных токов двигателя. Кроме этого, такой ремонт, во-первых, сокращает время на выполнение ремонта и его стоимость по сравнению с методом замены поврежденной секции; во-вторых, улучшает энергетические характеристики машины ($\cos \phi$ и КПД) и снижает расход электроэнергии в сети и двигателе за счет уменьшения потерь; в-третьих, повышает допустимую нагрузку двигателя по сравнению с методом простого выкусывания поврежденной секции без установки R_d .

Математическая модель трехфазного асинхронного двигателя при частичном ремонте обмотки и наличии добавочного сопротивления.

Для расчета токов и напряжений двигателя с неодинаковым числом витков в фазах применен метод симметричных составляющих [3]. Исходя из этого метода, с учетом трехпроводной схемы

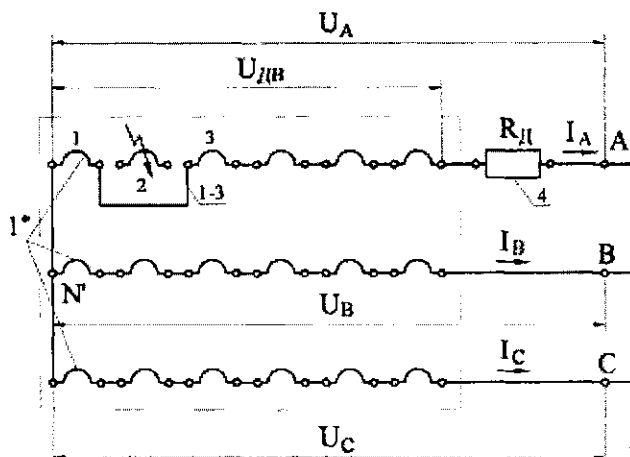


Рис. 1. Схема включения дополнительного сопротивления в цепь обмотки с поврежденной секцией: 1' – обмотки двигателя; 1, 2, 3 – секции обмотки двигателя; 4 – добавочное сопротивление