

УДК 676.278

Г.М.ГОРСКИЙ, канд.техн.наук, доц.,

Т.А.ЖОНИНА, ст.науч.сотр.,

**Н.Л.ЛЕОНТЬЕВ**, инж. (Серпуховск. бум.фака)

## **ВЛИЯНИЕ МАССЫ ЭЛЕМЕНТАРНОГО СЛОЯ И ТОЛЩИНЫ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОГО КАРТОНА НА ЕГО СВОЙСТВА**

Электроизоляционный картон находит широкое применение в качестве основной твердой изоляции при производстве трансформаторов и аппаратов с масляным заполнением. В связи с ростом напряжений в линиях электропередач непрерывно повышаются требования, предъявляемые к качеству электроизоляционного картона.

Одним из возможных путей повышения качества картона является совершенствование технологии его производства.

Целью данной работы являлось:

1) исследование влияния массы элементарного слоя на свойства картона; 2) исследование влияния толщины картона на его свойства.

Исследования проводили на картоне марки "Г", толщиной 1, 2 и 3 мм, изготовленном на папочной машине Серпуховской бумажной фабрики. Массу элементарного слоя картона изменяли от 50 до 150 г/м<sup>2</sup>. Для сравнения брали картон некаландрированный, каландрированный и высушенный методом совмещенного прессования и сушки (удельное давление 4,9 МПа, температура 413 К).

Результаты испытаний показали (табл. 1), что свойства картонов всех видов зависят от изменения массы элементарного слоя. Наибольший интерес представляет изменение объемной массы, так как от нее зависят в большей степени другие показатели картона, как диэлектрические, так и механические.

Так, при увеличении массы слоя от 50 до 75 г/м<sup>2</sup> объемная масса возрастает. При дальнейшем увеличении массы слоя до 150 г/м<sup>2</sup> объемная масса снижается. Такой характер изменения объемной массы объясняется, вероятно, различными условиями отлива толстых и тонких элементарных слоев.

Аналогичную зависимость от массы слоя имеют показатели удельного пробивного напряжения, усадки после сушки, предела прочности при растяжении, т.е. эти показатели имеют максимальное значение при массе слоя 75 г/м<sup>2</sup>. Масловпитываемость и сопротивление поверхностному перекрытию, наоборот, уменьшаются с увеличением объемной массы и повышаются при ее снижении. Показатель сопротивления расслаиванию увеличивается на всем интервале изменения объемной массы слоя.

Сравнение свойств некаландрированного и каландрированного картонов показывает, что характер зависимости показателей картона от параметров элементарного слоя у них аналогичен. Однако по абсолютному значению величина таких показателей, как объемная масса, предел прочности при растяжении, усадка после сушки и удельное пробивное напряжение у каландрированного картона выше, чем у некаландрированного, а масловпитываемость и сопротивление поверхностному перекрытию — ниже.

Картон, высушенный в прессе, имеет ряд отличий по сравнению с некаландрированным и каландрированным. Объемная масса, а также усадка после сушки, масловпитываемость и электрические характеристики практически не изменяются при увеличении массы слоя.

По абсолютному значению показатели электрической и механической прочности картона, высушенного в прессе, выше, чем у некаландрированного и каландрированного картонов.

При сравнении данных табл. 1 видно, что свойства картона зависят от его толщины. С увеличением толщины от 1 до 3 мм плотность картона повышается. По-видимому, это объясняется различными условиями сушки толстого и тонкого картонов. Изменение объемной массы с увеличением толщины определяет изменение других показателей картона, таких, как предел прочнос-

Табл. 1. Влияние массы слоя на свойства электроизоляционного картона

| Вид картона         | Масса слоя, г/м <sup>2</sup> | Объемная масса, г/см <sup>3</sup> | Сопротивление расслаиванию, МПа — направление |            | Прочность при растяжении в поперечном направлении, МПа | Масло-впитываемость, % | Удельное пробивное напряжение, кВ/мм | Сопротивление поверхностному перекрытию, мин |
|---------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|
|                     |                              |                                   | поперечное                                    | продольное |                                                        |                        |                                      |                                              |
| Толщина 1,0 мм      |                              |                                   |                                               |            |                                                        |                        |                                      |                                              |
| Некаландрированный  | 50,0                         | 0,83                              | —                                             | 1,47       | 44,2                                                   | 32,03                  | 47,3                                 | 18,6                                         |
|                     | 75,0                         | 0,84                              | —                                             | 1,57       | 45,6                                                   | 29,8                   | 58,8                                 | 16,0                                         |
|                     | 100,0                        | 0,83                              | —                                             | 1,41       | 45,8                                                   | 32,9                   | 40,5                                 | 19,2                                         |
|                     | 150,0                        | 0,82                              | —                                             | 1,77       | 40,3                                                   | 33,05                  | 40,4                                 | 23,2                                         |
| Каландрированный    | 50,0                         | 0,88                              | —                                             | 1,79       | 44,0                                                   | 30,60                  | 52,4                                 | 12,5                                         |
|                     | 75,0                         | 0,90                              | —                                             | 1,70       | 42,9                                                   | 29,2                   | 63,0                                 | 11,1                                         |
|                     | 100,0                        | 0,90                              | —                                             | 1,41       | 45,6                                                   | 31,1                   | 49,7                                 | 16,3                                         |
|                     | 150,0                        | 0,98                              | —                                             | 1,77       | 47,1                                                   | 26,80                  | 58,8                                 | 15,1                                         |
| Высушенный в прессе | 50,0                         | 0,98                              | —                                             | 1,56       | 49,4                                                   | 25,40                  | 49,35                                | 8,8                                          |
|                     | 75,0                         | 0,969                             | —                                             | 2,18       | 62,2                                                   | 24,80                  | 45,96                                | 12,5                                         |
|                     | 100,0                        | 0,96                              | —                                             | 1,92       | 63,8                                                   | 25,2                   | 48,65                                | 12,7                                         |
|                     | 150                          | 0,96                              | —                                             | 2,27       | 53,5                                                   | 24,3                   | 45,61                                | 17,2                                         |
| Толщина 2,0 мм      |                              |                                   |                                               |            |                                                        |                        |                                      |                                              |
| Некаландрированный  | 50,0                         | 0,925                             | 1,22                                          | 51,7       | 121,7                                                  | 27,3                   | 46,3                                 | 19,1                                         |
|                     | 72,5                         | 0,950                             | 1,50                                          | 49,0       | 135,7                                                  | 27,3                   | 41,7                                 | 17,5                                         |
|                     | 98,0                         | 0,910                             | 1,61                                          | 49,4       | 113,8                                                  | 30,9                   | 43,0                                 | 22,9                                         |
|                     | 144,0                        | 0,900                             | 1,22                                          | 48,3       | 83,6                                                   | 30,1                   | 40,6                                 | 23,1                                         |
| Каландрированный    | 50,0                         | 0,94                              | 1,42                                          | 50,0       | 127,0                                                  | 29,2                   | 55,5                                 | 20,2                                         |
|                     | 72,5                         | 0,96                              | 1,32                                          | 46,8       | 133,3                                                  | 27,3                   | 50,3                                 | 16,1                                         |
|                     | 98,0                         | 0,94                              | 1,44                                          | 46,2       | 93,1                                                   | 29,3                   | 43,1                                 | 18,9                                         |
|                     | 144,0                        | 0,94                              | 1,41                                          | 50,5       | 87,4                                                   | 28,8                   | 38,4                                 | 22,3                                         |
| Высушенный в прессе | 50,0                         | 1,080                             | 1,84                                          | 56,5       | 119,6                                                  | 19,9                   | 47,63                                | 13,5                                         |
|                     | 72,5                         | 1,098                             | 1,83                                          | 54,7       | 158,8                                                  | 18,4                   | 41,02                                | 10,8                                         |
|                     | 98,0                         | 1,070                             | 1,97                                          | 80,4       | 154,8                                                  | 19,6                   | 42,13                                | 14,6                                         |
|                     | 144,0                        | 1,082                             | 1,67                                          | 71,2       | 127,0                                                  | 18,9                   | 38,92                                | 13,8                                         |
| Толщина 3,0 мм      |                              |                                   |                                               |            |                                                        |                        |                                      |                                              |
| Некаландрированный  | 40,0                         | 0,939                             | 1,60                                          | 52,2       | 124,5                                                  | 30,0                   | 37,3                                 | 18,6                                         |
|                     | 72,5                         | 0,970                             | 1,57                                          | 49,6       | 122,5                                                  | 27,3                   | 37,7                                 | 18,8                                         |
|                     | 102,5                        | 0,940                             | 1,57                                          | 52,9       | 125,4                                                  | 29,2                   | 39,4                                 | 18,3                                         |
|                     | 144,0                        | 0,910                             | 1,83                                          | 49,6       | 92,4                                                   | 31,5                   | 36,0                                 | 22,9                                         |
| Каландрированный    | 40,0                         | 0,97                              | 1,51                                          | 50,3       | 113,1                                                  | 29,0                   | 35,8                                 | 19,0                                         |
|                     | 72,5                         | 0,98                              | 1,71                                          | 49,0       | 133,3                                                  | 26,6                   | 40,8                                 | 16,2                                         |
|                     | 102,5                        | 0,94                              | 1,44                                          | 50,0       | 111,7                                                  | 28,4                   | 36,8                                 | 18,9                                         |
|                     | 144,0                        | 0,93                              | 1,52                                          | 40,8       | 78,9                                                   | 30,3                   | 33,14                                | 20,5                                         |
| Высушенный в прессе | 40,0                         | 1,17                              | 1,55                                          | 60,1       | 167,1                                                  | 17,7                   | 40,4                                 | 12,5                                         |
|                     | 72,5                         | 1,13                              | 1,77                                          | 79,3       | 173,3                                                  | 17,4                   | 41,9                                 | 12,6                                         |
|                     | 102,5                        | 1,10                              | 1,99                                          | 78,4       | 128,9                                                  | 17,2                   | 37,6                                 | 16,9                                         |
|                     | 144,0                        | 1,09                              | 1,67                                          | 73,3       | 121,7                                                  | 18,1                   | 39,0                                 | 15,0                                         |

ти при растяжении, усадка после сушки, удельное пробивное напряжение, которые также увеличиваются с возрастанием толщины от 1 до 3 мм. Маслоуловитываемость и сопротивление поверхностному разряду снижаются при возрастании толщины. Показатель сопротивления расслаиванию увеличивается при изменении толщины от 1 до 2 мм, а затем уменьшается.

Таким образом, из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- 1) наиболее оптимальный баланс свойств картона наблюдается при массе слоя  $75 \text{ г/м}^2$ ,
- 2) при увеличении толщины от 1 до 3 мм показатели механической и электрической прочности картона улучшаются;
- 3) наилучшими показателями электрической и механической прочности обладает картон, высушенный методом совмещенного прессования и сушки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Производство, свойства и применение электроизоляционных целлюлозных бумаг и картонов / К.В. Брейтвейт, Ю.В. Корицкий, Р.В. Кулакова и др. — М., 1970, с. 8.
2. Тольский Г.А. Влияние различных факторов на свойства картона. — М., 1965, с.25.