通信用聚氯乙烯電線和電纜

人民郵電出版社

通信用聚氯乙烯電線和電纜

蘇聯 И. И. 格羅得涅夫
И. Е. 葉菲莫夫 著

人民郵電出版社

И.И.ГРОДНЕВ и И.Е.ЕФИМОВ

ПРОВОДА и КАБЕЛИ СВЯЗИ С ПОЛИХЛОРВИНИЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

СВЯЗЬИЗДАТ 1950

內 容 提 要

本書介紹的是蘇聯新型的電線和電纜，它的絕緣體是用聚氯乙烯塑料製成，具有高度的抗濕、耐鹼、耐酸的性能，並有較高的機械强度和韌性。

本書所論述的就是這種電纜的構造、電氣、機械及其運用等方面的特性，和它的安裝、敷設方法。

本書的讀者對象是從事維護及建築電信線路設備工作的工程師和技術員。

通信用聚氯乙烯電線和電纜

著 者：蘇聯 И.И.格羅得涅夫 И.E.葉菲莫夫

譯 者：汪 啟 堉

校 者：蔡 金 魁

出版者：人民郵電出版社 北京西長安街三號

印刷者：郵電部供應局南京印刷廠 南京太平路丁部街15號

發行者：新 華 書 店

書號：83 1955年8月南京第一版第一次印刷1—2,000册

850×1168 1/32 45頁 印張2$\frac{2\,6}{3\,2}$ 字數77,000字 定價(9)0.72元

★北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號★

序

蘇聯社會主義工業及農業的蓬勃增長，居民文化水平的提高，要求各種電話、電報和無線電通信更進一步發展和增長。

目前黨和政府對郵電部提出的主要任務之一，是進行集體農莊、鄉村蘇維埃和農業機器站的全盤無線電化和電話化。依靠架空電信線路實現無線電化和電話化的現有方法，必須消耗大量的木材，成千噸鋼線，千百萬只隔電子和彎螺脚。此外，架空電信線路會受到各種氣候狀況的劇烈影響，它的電氣參數不能達到所要求的穩定性，並且障礙也比較多。

近來在區內通信的無線電化和電話化方面採用的聚氫乙烯絕緣的地下電纜比較經濟，在工作方面也比較穩定。聚氫乙烯絕緣的電線和電纜也較廣泛地用在其他的電信技術方面。

本書簡單地敍述了這種電纜現行的構造，電氣特性與機械特性，運用特性，以及安裝和敷設方法。

本書的讀者對象是從事維護及建築電信線路設備工作的工程師和技術員。

前　言

聚氯乙烯絕緣的電信導線和電纜不久以前才開始採用。最初實際使用這種電纜是在1938—1939年間。

電信導線和電纜所用的聚氯乙烯塑料比較起其他各種絕緣體來，具有許多優點。這些優點就是高度的抗濕性，良好的機械性能和耐鹼、耐酸及能抵抗腐敗性菌類的特性。

聚氯乙烯塑料有效地結合了電氣絕緣性能和物理機械性能，因而宜在電信電纜和電信導線方面用作絕緣外皮和保護外皮。這使我們能夠從電纜的結構裏省掉許多組成物，減輕電纜的重量和大大地簡化生產電纜的操作過程。

在高週範圍裏，聚氯乙烯塑料的介質性質還不夠好，因而在長途電信電纜方面，用它做心線的絕緣物是不恰當的。但是，對於農村地區的電話化，市內電話通信和無線電化，也就是說，只僅使用話音週帶內，聚氯乙烯絕緣的電信電纜滿可以採用。在集體農莊、農業機器站和鄉村蘇維埃的電話化和無線電化的情況下，這種電纜直接敷設在地下，並不需任何附加的保護物。敷設這種地下電纜可以保證通信線路工作更加可靠，並且在經濟上比建築架空明線更加有利，尤其是在電路數量不多和距離較短的情況下更爲有利。

聚氯乙烯塑料不但在電信技術方面，並且在許多別的技術部門裏也廣泛地採用。聚氯乙烯絕緣體在新裝的強電流線方面也開始採用。

工業中所生產的聚氯乙烯塑料，1904年最初出現在俄國．當時俄國教授 *A·M·* 拉斯秋果夫發現芳香劑的化合物加入硫酸，和甲醛凝結成樹脂形的產物。從那時起，就開始研究他的發現用到工業上的技術可能性。1912—1914年，俄國科學家 *И·Н·* 奧斯特羅麥斯林茨基對於氯化乙烯聚合的研究做了很多工作。

在科學院士 *C·B·* 列別捷夫的工作基礎上，蘇聯最早掌握了這種產品的大規模工業生產；對於質量優良的聚氯乙烯塑料的製造方面，

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目前蘇聯工業已經獲得巨大的成就。

對於蘇聯塑膠工業的發展，蘇聯科學家C·Н·烏沙閣夫、Г·С·彼得羅夫、И·П·羅慈夫、П·И·巴甫洛維奇、А·Е·法俄爾斯基和Б·А·昂得里亞羅夫的工作起了重大作用。

蘇聯國立電纜工業科學研究所和電纜工廠對於創造和掌握聚氫乙烯絕緣的電信導線和電纜的生產方面做了很多工作。

用聚氫乙烯絕緣電纜敷設最早的無線電化地下線路的發起人，是工程師А·А·謝維羅夫。

目　錄

序

前言

第一章　聚氯乙烯塑料的取得及其特性 ……（1）

第一節　聚氯乙烯樹脂的取得 ……（1）

第二節　氯烯塑料的取得 ……（2）

第三節　氯烯塑料的特性 ……（4）

第四節　氯烯電纜的製造 ……（9）

第二章　通信用氯烯電線和電纜的構造特性和電氣特性 …（11）

第五節　氯烯電線和電纜的用途及其構造特點 ……（11）

第六節　區內電話通信用和無線電化用的電纜 ……（12）

第七節　電話配線電纜 ……（16）

第八節　礦場通信用的電纜 ……（18）

第九節　安裝用的電線和電纜 ……（19）

第十節　過河電纜 ……（21）

第十一節　電纜電氣特性的計算 ……（22）

第三章　增加氯烯電纜的通信距離 ……（28）

第十二節　增加電纜通信距離的方法 ……（28）

第十三節　電纜最有利的電感 ……（28）

第十四節　氯烯電纜的加感 ……（30）

第十五節　空氣氯烯絕緣的採用 ……（38）

第四章　氯烯絕緣的電信導線和電纜的運用特性 ……（41）

第十六節　概論 ……（41）

第十七節　氯烯絕緣的電信導線和電纜在外面掛設時的特性 …（42）

第十八節　氯烯絕緣的電信導線和電纜在地下敷設時的特性 …（47）

第十九節　氯烯絕緣的電信導線和電纜敷設於水底時的特性 …（48）

第二十節　氯烯電纜的保存 ……（51）

第五章　氯烯絕緣的電信導線和電纜的敷設和安裝 ……（53）

第二十一節　敷設地下氯烯電纜 ……（53）

第二十二節 地下電纜線路的機械化敷設法 …… (55)
第二十三節 氯烯電纜的引入裝置 …… (60)
第二十四節 地下電纜線路路線的記錄 …… (61)
第二十五節 水底氯烯電纜的敷設 …… (62)
第二十六節 氯烯電線和電纜的接續 …… (64)
第 六 章 氯烯絕緣的電信電纜在使用中和在保存時的特性 (71)
第二十七節 氯烯絕緣的電信導線和電纜在使用中的特性 …… (71)
第二十八節 氯烯絕緣的電信導線和電纜在保存時的特性 …… (72)
第二十九節 氯烯絕緣的電信導線和電纜的電氣測試 …… (73)
參考書目

第一章

聚氯乙烯塑料的取得及其特性

第一節　聚氯乙烯樹脂的取得

用做電信電纜絕緣體的聚氯乙烯塑料（以下簡譯氯烯塑料——譯者），由聚氯乙烯樹脂加工取得。這種樹脂要經過塑造以使塑料具有一定的特性。聚氯乙烯樹脂是氯化乙烯的聚合①產物。氯化乙烯在平常温度下是一種在攝氏—13度左右容易液化的無色氣體。它在酒精、丙酮和別的有機溶液裏很容易溶解，但不溶於水中。

製造氯化乙烯的方法有好幾種，最通行的是適當地處理二氯乙烯而製出，二氯乙烯是由乙烯氯化而得的。把乙烯放入煉焦爐氣中，經過乙醇處理即得。氫氯化合物在高温度裏，由於觸媒的作用，和乙炔化合，也可以製成氯化乙烯。

氯化乙烯聚合的過程有各種不同的方法，工業方面差不多都採用水化乳劑的聚合方法和酒精聚合方法。在採用水化乳劑方法的時候，由於加入觸媒和乳化劑②的作用，氯化乙烯在水媒劑裏聚合。用作觸媒的是過氧化氫，過氧化苯甲醯和過硫酸氨。氯化乙烯在水裏不溶解，因而必須採用乳化劑。所用的乳化劑是動物膠和其他物質。在大約5個大氣壓的壓力下，温度約爲攝氏40度時，經過40—60小時而進行聚合。

採用酒精聚合的方法時，氯化乙烯要溶在乙醇或甲醇裏；因爲有這兩種東西，就不須採用乳化劑。但和水化乳劑方法一樣，也要用觸媒。

由於氯化乙烯的聚合作用，得到了白色粉末狀的聚氯乙烯樹脂。根據不同的聚合條件，聚氯乙烯樹脂的特性和分子量也不相同。

聚氯乙烯的電氣特性可以用圖1—4所載資料（按照*K·A·*安得里

---

①聚合就是一種化學反應，產生這種反應的時候，少分子的物質互相化合而構成分子更複雜的新物質——聚合物。氯化乙烯的聚合物通常叫做聚氯乙烯。

②乳化劑是乳濁液的一種製劑。

亞諾夫和C·A·雅馬諾夫的研究）說明。

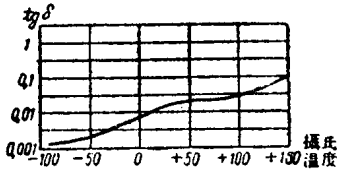

圖 1. 聚氯乙烯的 $tg\,\delta$ 與溫度(攝氏)的關係圖(當週率爲10^6週時)

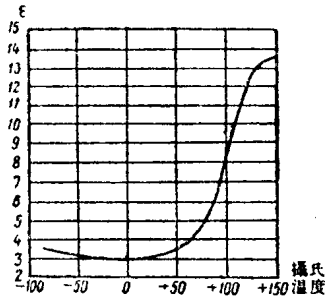

圖 2. 聚氯乙烯的介質常數與溫度(攝氏)的關係圖(當週率爲10^6週時)

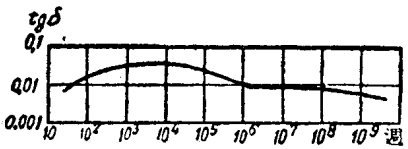

圖 3. 溫度爲攝氏+20度時，聚氯乙烯的 $tg\,\delta$ 與週率的關係圖

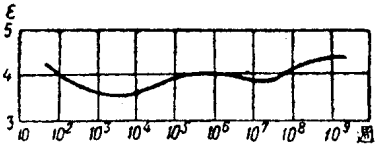

圖 4. 溫度爲攝氏+20度時，聚氯乙烯的介質常數與週率的關係圖

根據這些資料可以得出這樣的結論：在電話上所用的週帶裏，聚氯乙烯的介質常數是3.5—4，介質損耗的角度的正切是0.01—0.05。

第二節 氯烯塑料的取得

聚氯乙烯在某些複雜的酯—例如苯二甲酸丁酯和三甲酚磷酸酯的作用下會膨脹起來，當受到適當的熱處理時（因熱滾筒壓延），就形成柔輭而有彈性的薄膜，這種薄膜具有很大的機械強度，高度的電氣絕緣性能，抗濕性和耐鹼性、耐酸性也很大。這種被塑造後的聚氯乙烯叫做氯烯塑料，它被廣泛地用作電信導線和電信電纜的絕緣體和蛇管形的外皮，最近也用到強電流導線這方面來。

除了苯二甲酸丁酯和三甲酚磷酸酯外，戈洛瓦克斯㊀、五氯聯苯、硬脂酸丁酯、乙醯代蓖蔴子油酸乙酯、三氯苯等也都可以用作增

㊀戈洛瓦克斯（*Головакс*）——三氯化萘與四氯化萘的混合物，用作塑料增塑劑和電絕緣劑。——譯者

韌劑。增韌劑含量的多寡嚴重地影響着氯烯塑料的性質。就圖5和圖6可見，如果依照A·П·戈孜洛夫斯基的數據加多增韌劑的含量，就會降低氯烯塑料的抗斷強度，但提高了延長性。

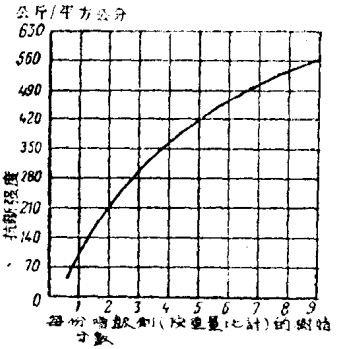

圖 5.　氯烯塑料的抗斷強度與增韌劑含量的關係

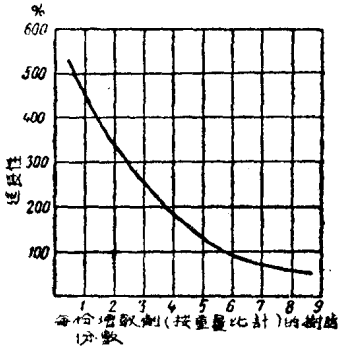

圖 6.　氯烯塑料的延長性與增韌劑含量的關係

在這些增韌劑裏，三甲酚磷酸酯和乙醯代蓖麻子油酸乙酯會延緩氯烯塑料的衰老。苯二甲酸丁酯和三氯苯能增強它的耐寒性。五氯聯苯能增強它的抗濕性，但却降低了彈性和耐熱性。

聚氯乙烯樹脂的黏性越大，所需加入的增韌劑就越多。例如當樹脂的黏性爲1.4厘泊時，加入增韌劑35—40%；黏性爲1.5厘泊，加入增韌劑45—50%，其餘類推。依據樹脂的黏性及用途，總共加入樹脂中的增韌劑數量爲30—70%。

除了增韌劑外，氯烯塑料還含有防熱劑和填充劑，必要時還加入顏料。

當溫度超過攝氏155度時，聚氯乙烯樹脂開始分解，放出氯化氫的氣體，這種氣體對工作人員是有害的，並且還會侵蝕機械。如果要預防聚合物分解，除了嚴格保持規定的溫度外，可以加入穩定劑（提高溫度穩定性的物質）。鈣的硬脂酸鹽、鋅的硬脂酸鹽、鉛的以及別的金屬鹽都可以用做穩定劑。

用酒精鹼液和苯來洗滌聚氯乙烯樹脂，也可以提高聚氯乙烯樹脂的溫度穩定性。此外，經這洗滌之後還增加了它的耐寒性。這是很重

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

要的，因爲耐寒力低是它的主要缺點之一。

把填充劑加到氯烯塑料裏，爲的是提高温度穩定性，不使透明，增加硬度，也爲了減低塑料的成本。滑石、白堊、陶土等這些礦物和幾種有機物(角料、骨屑、製革廠裏的皮屑等)都可以作爲填充劑。

製造氯烯塑料的時候，將聚氯乙烯樹脂和穩定劑放到混合器裏，用蒸汽加熱，攪拌25—30分鐘之後，把增韌劑和填充劑加入混合器裏。混合器裏的温度要保持在攝氏70—80度之間。繼續攪拌1.5—2小時後，送到用蒸汽加熱到攝氏100—110度的金屬滾筒去壓延。在壓延的過程中，這些成分不斷地互相混和，並使產品產生了可塑性。壓延20—30分鐘之後，就可得到製好的氯烯塑料。製造氯烯塑料時要加多少增韌劑和用那一種填充劑，是根據塑料的用途來決定的。製造電信導線和電信電纜所用的氯烯塑料，A·C·古里雅耶夫①採用下列的標準配方：

黏性2.2厘泊的聚氯乙烯樹脂	100公斤
苯二甲酸丁酯	35公斤
五氯聯苯	15公斤
戈洛瓦克斯	15公斤
鈣或鋅的硬脂酸鹽	3公斤

第三節 氯烯塑料的特性

對於電信導線和電信電纜的絕緣體，蘇聯工業界主要是採用了第38號和第58號的處方，這些處方的基本機械特性和電氣特性列於表1。

比較這兩種電纜塑料的機械特性和電氣特性，就知道第58號處方的塑料耐寒力比較大，電氣特性比較好，但在機械特性方面却不如38號處方塑料的好。

把氯烯塑料的機械特性和電氣特性與其他塑料的同樣特性相比較是有必要的。表2是氯烯電纜塑料及其他塑料的機械特性。表3是這些塑料的電氣特性。

①A·C·古里雅耶夫著：聚氯乙烯樹脂製品。莫斯科國立地方工業出版局1947年出版。

蘇聯製造氯烯塑料的幾個處方的基本機械特性和電氣特性　表 1

基　本　特　性	第 38 號處方	第 58 號處方
拉斷應力，（公斤/平方公分）	190－210	150—160
拉斷時的相對延長性(%)	130—160	170—200
分解時的溫度，(攝氏)	175°	186°
耐寒性，(攝氏)	-20°	-34°
體積電阻係數，(歐姆/公分)	$(6-8)\times10^{12}$	$(5-10)\times10^{12}$
介質損耗角的正切(週率 800 週)	0.9—0.1	0.07—0.09
相對介質常數	4—6	4—5
擊穿電壓，(千伏/公厘)	15—20	15—20

氯烯塑料和某些其他塑料的機械特性和物理特性　表 2

名　稱	拉斷應力（公斤／平方公分）	拉斷時的相對延長性（%）	耐熱性（攝氏度數）	導熱係數（瓦特／公分·秒·°C）	線性膨脹係數（在1°C時）	比重（克／立方公分）
氯烯塑料	100-240	100-350	60-70	0.0013	8×10^{-5}	1.5-1.7
多甲基丙烯酸樹脂	500	5-15	60-80	—	$(8-13)\times10^{-5}$	1.18-1.20
聚異丁烯	60-80	500-600	—	—	—	0.91-0.95
聚苯乙烯	350-630	2.3-3	75-90	—	—	1.05-1.07
聚乙烯	100-120	300-500	—	—	16×10^{-5}	0.9-0.95
硫化橡膠	20-230	150-800	—	0.0014	—	1.2-1.8
硬橡膠	400-720	2-6	55-60	0.0019	$(6-8)\times10^{-5}$	1.1-1.4
愛斯卡本㊀	500	—	80	—	—	—

㊀愛斯卡本(Эскапон)——一種人造橡膠。——譯者

氯烯塑料和某些其他塑膠的電氣特性 表 3

名稱	體積電阻係數（歐姆/公分）	在下列各種週率時的介質損耗角的正切			相對介質常數	擊穿電壓（千伏/公厘）
		50 週	1000 週	10^6 週		
氯烯塑料	10^{12}–10^{14}	0.3–0.08	0.08–0.1	0.07–0.15	4–6	15–20
多甲基丙烯酸樹脂	10^{5}	—	—	—	3–4	2
聚異丁烯	10^{16}	0.0002	0.0003	0.0005	2.2–2.4	20–25
聚苯乙烯	10^{16}–10^{18}	0.0001–0.0003	0.00015	0.0001–0.0008	2.3–2.6	20–25
聚乙烯	10^{15}–10^{17}	0.0003–0.0005	0.0003–0.0003	0.0003–0.0001	2.3	20–40
硫化橡膠	10^{13}–10^{15}	0.02–0.05	0.05–0.1	0.05–0.3	3–6	15–20
硬橡膠	10^{15}–10^{16}	0.005	—	—	3–7.5	—
愛斯卡本	10^{17}	—	—	0.001	2.3–3	30–36

氯烯塑料的拉斷應力隨着浸在各種化学物質中的時間而變化的實例 表 4

化學物質	氯烯塑料浸在化學物質中若干小時後的拉斷應力（公斤/平方公分）	
	24 小時	288 小時
汽油	130	115
汽油的蒸汽	133	113
苯	132	25
苯的蒸汽	113	50
苛性鉀（溶液）	127	127
煤油	126	122
食鹽（溶液）	142	139
硫酸	129	129
鹽酸	136	133
變壓器油	132	132

分析表2和表3中的數據，可知氯烯塑料按其機械特性和電氣特性來說，和硫化橡膠一樣，是滿可以使用的。氯烯塑料對於各種化學物質的作用具有高度的抗蝕性。這一點從氯烯塑料的拉斷應力隨其浸在各種化學物質裏的時間而變化的實例（表4）就可看出。

作表4的試驗所用的塑料樣品，在受到各種化學物質的作用之前，其拉斷應力約爲150—150公斤/平方公分。

從表4裏的數據可見：氯烯塑料浸在硫酸和鹽酸這樣強烈的酸中，以及浸在苛性鉀這樣的鹼中，差不多300小時而實際上並沒有影響到它的性質。苯及其蒸汽對氯烯塑料的作用最厲害。

氯烯塑料用作電信導線和電信電纜的絕緣物時，其缺點是體積電阻隨溫度的升降而劇烈地變化。例如當溫度從攝氏10度變化到30度的時候，第38號處方的塑料體積電阻的變化爲30—40倍。圖7所示即爲氯烯塑料（第38號處方）的體積電阻與溫度的關係。

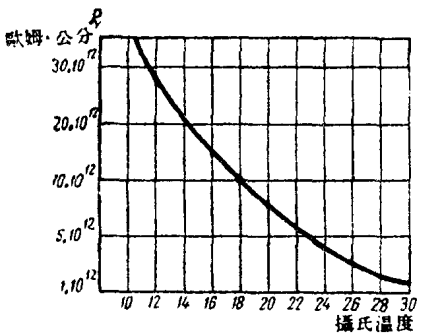

圖7.　氯烯塑料(第38號處方)的體積電阻與溫度的關係圖

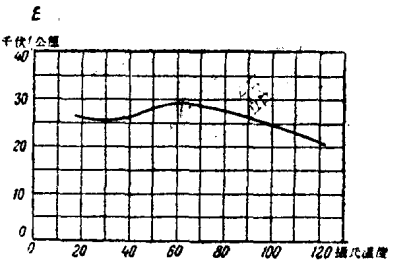

圖8.　氯烯塑料的擊穿電壓與溫度的關係圖

氯烯塑料的擊穿電壓也隨溫度的升降而稍有變化。圖8所示係根據*Н·В·*尼苦林測試的數據而繪出的氯烯塑料的擊穿電壓與溫度的關係曲線。圖9爲試驗樣品的擊穿電壓與樣品的厚度的關係。

濕氣滲透量和吸水性對於用作導線和電纜絕緣物的氯烯塑料具有重大意義。

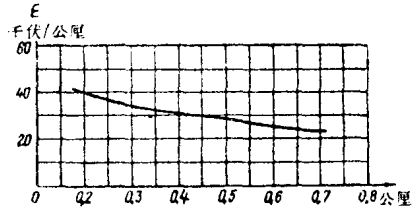

圖 9. 氯烯塑料的擊穿電壓與厚度的關係圖

濕氣滲透量是根據從被測材料的薄片擴散爲蒸汽的水量來評定的。濕氣滲透量用擴散係數表示。擴散係數就是在1公厘水銀柱的壓力差的作用下，在1小時內從橫截面爲1平方公分、厚1公分的材料樣品上擴散出來的水汽數量（以克計）。氯烯塑料和某些其他塑料的擴散係數列於表5。

氯烯塑料和某些其他塑料的擴散係數　　表 5

材料名稱	擴散係數（克/公分·小時·水銀柱公厘）
氯烯塑料	1×10^{-7}—1×10^{-8}
馬來樹膠	0.6×10^{-8}—1.5×10^{-8}
聚苯乙烯	2×10^{-8}—6×10^{-8}
聚乙烯	2×10^{-9}
異丁烯橡膠的混合物 W	5×10^{-10}
硫化橡膠(天然樹膠)	6.6×10^{-8}—7.9×10^{-8}
硫化橡膠(人造樹膠)	0.6×10^{-8}—1.5×10^{-9}
聚苯乙烯與聚異丁烯混合物(異丁烯橡膠)	2×10^{-9}
賽璐玢(玻璃紙)	2×10^{-6}—5×10^{-6}
硬橡膠	1.5×10^{-8}

吸水性是根據浸入水中的材料隨着浸水的時間而增加的重量來評定的。電纜上用的氯烯塑料如果是絕緣塑料，則吸水性規定不得超過

3%，如果是蛇管外皮則不得超過4%。對於第38號和第58號處方的氯烯塑料，被試樣品的重量隨着浸在水中的時間而增加的百分數，載列表6。

第38號和第58號處方氯烯塑料的吸水性　表6

樣品浸在水中的時間（晝夜）	樣品重量增加的百分數	
	第38號處方	第58號處方
1	0.025	0.05
7	0.32	0.95
15	0.63	1.55
30	0.8	1.89
60	1.00	1.93
105	1.10	2.17
120	1.16	2.30
150	1.26	—
180	—	3.08

第四節　氯烯電纜的製造

在製造電纜的時候，心線要包覆氯烯塑料。爲此，採用機頭係特殊裝置的普通擠膠機。這種機頭的構造式樣之一如圖10所示。

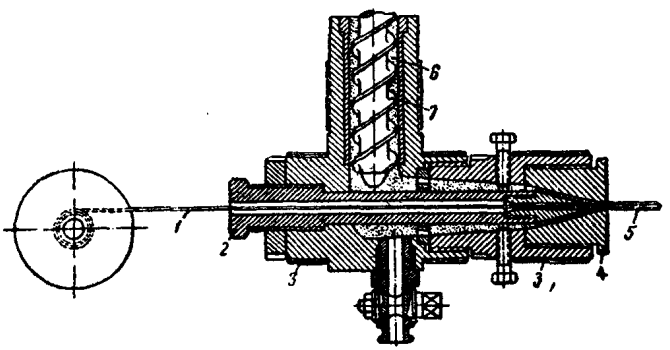

圖10．包覆氯烯塑料於電纜心線上的擠膠機的機頭
(1)未絕緣的心線，(2)心棒，(3)加熱器，(4)鑄模，(5)已絕緣的心線，(6)氯烯塑料，(7)螺旋桿

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com