

蘇聯四十年來在分子化合物化學發展方面的主要階段

В. В. Коршак

只是在蘇維埃政權年代裏，分子化合物領域才得到迅速的發展。

但是它的起源是許多著名的俄國科學家的工作，他們開始了這一領域的研究並以自己的工作策劃了基本的路綫，這些路綫在以後取得了巨大的發展。А. М. Бутлеров 關於異丁烯和甲醛聚合的工作^[1]，Кракау 在用金屬鈉作為聚合的引發劑方面的研究^[2]，Кондаков 和 Лебедев 在雙烯類碳氫化合物方面的工作^[3, 4] 和 Меншуткин 在聚酯化反應動力學方面的工作等都可以作為例子^[5]。

但是只有在蘇維埃政權年代裏，這一領域的研究工作和它們在工業方面的應用才達到巨大的規模。在蘇聯科學院以及工業部門建立了一系列的研究所（科學院的有機化學研究所，分子化合物研究所，元素有機化合物研究所，以及工業部門的 Карпов 物理化學研究所，塑料研究所，合成橡膠研究所，聚合塑料研究所，人造纖維研究所，皮革代用品研究所，全蘇電工研究所，油漆和塗料研究所以及許多其他的研究所），還建立了許多高等學校的教研室，這些單位的工作幫助了合成橡膠，塑料，人造纖維，油漆，塗料等工業以及其他生產和應用各種不同的高分子化合物製件的部門的建立。

在蘇維埃政權年代裏重新建立了以合成為基礎的一些部門，如合成橡膠工業，塑料工業，人造纖維，以及合成纖維工業，油漆和塗料工業，皮革代用品的製造，電絕緣工業，更不用說以天然聚合體加工為基礎的部門，如纖維素，澱粉，蛋白質等。

在高等學校裏成立了一系列為所有聚合體工業部門造就專門人才的教研室並培養了很大數量的研究幹部。在分子化合物的化學方面^[6]，個別合成^[7-9]，及天然^[10-11]聚合體方面以及在聚合體領域中^[12]的研究方法方面等已有了基本的專著。

在 1925—1935 年間曾建立了關於大分子的基本概念，瞭解了它與一般膠體的區別，規定了加聚和縮聚，聚合同系物和聚合類似物的概念的基本定義；決定了分子量，聚合度等概念的定義。由於這些概念建立的結果，清楚地將分子化合物化學的研究對象從古典的有機化學的研究對象中區別出來。同時確定了對於分子化合物化學最廣泛的物理，物理化學和膠體化學方法的利用，它使這門科學在今天突出起來並且使我們有基礎更廣泛地稱它為“聚合體的科學”。

在分子化合物領域中科學研究規模增長的標誌之一是从 1943 年以來定期地舉行的高分子化學和物理方面的全蘇會議。在表 1 中表示了每次會議上報告的數目和報告者的人數。

表 1

會議次數	年 份	報告的數目	報告者的人數
第 1 次	1943	19	20
第 2 次	1944	7	9
第 3 次	1945	10	18
第 4 次	1946	13	21
第 5 次	1947	18	19
第 6 次	1949	32	69
第 7 次	1953	45	89
第 8 次	1956	14	18
第 9 次	1957	183	410

本文只能簡短地敘述分子化合物領域發展中在主要方向方面最能充分說明它的成就的一些研究工作。

蘇聯分子化合物化學的鼻祖——Лебедев^[13] 和 Шорыгин^[14]——是分子化合物化學方面最重要方向的創始者。С. В. Лебедев 在蘇維埃政權以前就開始了在各種不飽和化合物聚合

方面的研究工作,只是在偉大的十月革命以後才達到巨大的規模,它們不僅建立了一系列決定不飽和碳氫化合物的結構和聚合能力的關係的基本規律,而且還成為能够出色地解決從酒精製造人造橡膠這一任務的基礎。由於這些工作的結果,蘇聯在世界上第一個建立了強大的人造橡膠工業,同時在其他國家裏,在若干年後人造橡膠的生產亦是建立在蘇聯經驗的基礎上。

П. П. Шорыгин 的名字與人造纖維緊密地聯系在一起,他對人造纖維的建立和發展貢獻了卓越的功蹟。特別具有重大意義的是 Шорыгин 在纖維素化學領域方面的工作,在這方面許多基本的研究和理論性的概論是屬於他的。

蘇維埃時期聚合體科學的發展在各個方向進行。這個發展的特點是除了聚合體的製備和研究以外,高分子化合物的製備和變化過程的研究亦佔了很大的地位。為了掌握並有意識的控制反應過程而對被研究的變化實質進行觀察是這一時期科學研究方面的特點。這個特點就是在聚合體科學的所有領域中取得成就的主要原因。

應該指出合成的聚合體和天然的高分子化合物都成了科學家們研究的對象。在蘇聯科學家們的研究中不但有單純屬於化學方面者,而應用物理化學,膠體化學和物理方法的研究亦佔了很大的地位。這些方向是瞭解聚合體的結構和機械強度,大分子的斂集(упаковка),溶液性質,以及從聚合體應用觀點看來其他重要的物理性質等問題的研究。

製備高分子化合物的主要途徑——聚合和縮聚反應的歷程的研究吸引了很大的注意。關於聚合反應歷程的研究首先應考慮到 Семенов^[15,16]的連鎖反應理論。連鎖反應理論在各個化學領域中得到了廣泛的應用,但它在高分子化合物化學方面有着特別大的應用。它使我們明瞭聚合,解聚,聚合體的交聯,在強的輻射作用下的光分解和破裂,機械荷重作用下聚合體的變化過程,聚合體老化以及其他反應進行的歷程。上面所列舉的已經證明連鎖反應在聚合體化學中有多麼廣泛的應用和它對於這個領域的發展有多麼重大的意義。

聚合過程是很多科學家着重研究的對象,在他們中間首先必需指出 Лебедев,他詳細地研究了在廣泛的溫度範圍內二烯的熱聚合並確定了二聚體和聚合體^[4]生成過程的特性。Лебедев 在這些研究中研究了各種雙烯類碳氫化合物代表物,由於它們結構的關係而有的相對的聚合速度以及溫度對這些過程的影響,和所生成產物的特性與它們結構的影響。其他的研究者(Хохловкин^[17], Зелинский^[18], Коблянский 和 Пиотровский^[19]等)亦在廣泛的溫度範圍內研究了這些過程。他們確定了聚合的動力學關係,並且亦證明當小心地除去氧氣時只生成二聚體,只有在氧存在下作為催化過程時才生成聚合體。

С. С. Медведев^[20]的工作和他的學派(Абкин^[21], Багдасарьян^[22])對於聚合過程理論的建立具有重大的意義,那些工作在 Семенов^[15,16]連鎖反應理論的基礎上建立了一系列聚合和共聚合動力學的規律。

Медведев^[20]在研究過氧化物存在時 2-氯丁二烯-[1,3]的聚合反應動力學的基礎上證明自由基是聚合過程的中間產物,經過它鏈的轉換得到發展。他們研究出測定自由基的定性方法,並證明了反應鏈支化的發生是由於鏈傳遞而生成分支蓬鬆的 2-氯丁二烯-[1,3]聚合體。乙酸乙酯,苯乙烯,甲基丙烯酸甲酯,丁二烯聚合動力學詳細的研究證明這些反應歷程的共同性^[23]。

在控制各種單體間共聚合過程的規律性知識方面 Медведев 作出了巨大的貢獻^[21]。Медведев 證明在大分子鏈中各組份交替的次序與它們或然的統計學的分佈相當。他作出了正確的共聚體組成的積分方程式^[21]。

Медведев^[16]亦研究了離子型聚合過程並證明在這些場合下反應歷程和自由基過程有顯著的區別,因為在這種場合下中間產物不是自由基而是陽碳離子,它在極性小的溶劑中常常位於和它自己相反離子的場中而生成離子對。

Ушаков^[24] 研究了共聚合的規律性,以乙酸乙烯酯和順式丁烯二酸單甲酯系統的共聚合。

Лебедев 與同工作者^[25] 和其他的研究者們 (Коблянский 和 Рокитянский^[26], Якубчик^[27], Данков^[28], Зальманов^[29], Рокитянский 等) 詳細地研究了在鹼金屬存在下丁二烯聚合的過程。由於列舉的工作的結果,詳細地研究了這一過程的規律性,測定了反應的熱效應,雜質和催化劑引進方法的影響。

Абкин 和 Медведев^[31] 研究了用鹼金屬和金屬有機化合物使丁二烯聚合的動力學,他們證明丁二烯的聚合是按照從反應和擴散的相對速度得出的規律經過穩定的鈉有機化合物而發生的。

Коротков^[32] 研究了異戊烯,丁二烯,甲基丙烯酸甲酯的聚合和在各種金屬鋰有機化合物(丁基鋰,苄基鋰)和金屬鈉有機化合物(丁基鈉,乙基鈉,丙基鈉,苄基鈉)化合物存在下苯乙烯與丁二烯的共聚合,且發現這個過程的規律性和所得產物性質在某些場合下與自由基聚合不同。如丁基鋰存在時製得的聚甲基丙烯酸甲酯具有更高的軟化溫度,又觀察到分子量隨聚合進度而增長。

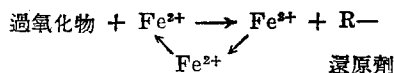
最近 Топчиев 和其他研究者詳細地研究了當鋁有機化合物存在時乙烯和丙烯的聚合^[33]。

Бызов^[34] 和其他科學家研究了用各種引發劑時的丁二烯聚合。在這些工作中必須特別指出 Догадгин^[35, 36], 他第一個進行了在水的乳液中的聚合。這種聚合方法目前在實際上得到了很大的應用並且最為方便。

在乳液系統中聚合規律性的研究是 Медведев^[37, 38], Юрженко^[39], Долгоплоск^[40], Догадкин^[41], Рutowский^[42] 和 Талмуд^[43] 等一系列工作的內容,由於他們的工作結果研究了在乳液中的聚合歷程,乳化劑及引發劑性質和數量的影響,以及各種膠體——化學因素的作用。

在這些結果的基礎上可以用下列圖式表示在乳液中聚合體膠粒的生成:

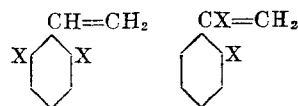
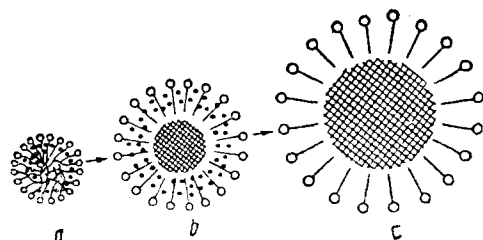
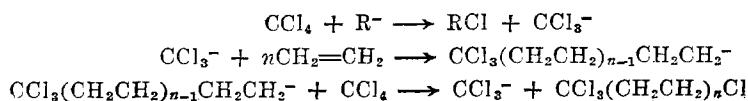
特別應該指出 Долгоплоск^[40] 關於氧化-還原系統研究方面的工作,在這些工作中他已能很精細地調節引發劑分解速度,並因此在溫度接近 0° 和更低時進行反應。氧化-還原系統重要的特點是有鐵鹽和還原劑的存在,由於這個緣故發生了下面的反應循環:



在 Коршак 的工作中以下列類型的化合物為例證明了由於乙烯類碳氫化合物雙鍵上帶有取代基而造成的對聚合過程的空間阻礙的影響:如 $\text{CH}_2=\text{CHX}$; $\text{CH}_2=\text{CX}_2$; $\text{CHX}=\text{CX}_2$; $\text{CX}=\text{CX}_2$ 以及在苯核上和乙烯基團上帶有取代基的苯乙烯:

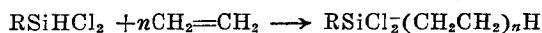
同時證明在苯核上的取代基團比它們直接與烯的碳原子相連時對聚合的影響要弱得多。有趣的是由於帶有取代基團而造成的對於聚合的阻礙現象與聚合歷程極為有關。如在離子型聚合中這些阻礙較在自由基聚合中要大為減小。

通常稱作 “Теломеризация” 的調節聚合過程曾被 Несмеянов 和 Фрейдлина^[45] 以乙烯用四氯化碳在引發劑存在時的作用為例,作了全面的研究,反應按下式進行:



在這個基礎上，他們研究出用四氯化碳與乙烯進行反應的工業方法，這方法可製備許多有價值的單體（氨基酸，二羧基酸，二胺類等）。其中特別有意義的是 *w*-氨基庚酸，它是製備新型聚酰胺纖維艾南“Энант”的原料^[46]。

在繼續這個方向的研究中，Несмеянов 和 Фрейдлина^[47] 發現了新型乙烯與烷基二氯矽烷的調節聚合，這種調節聚合是在沒有引發劑時依下式進行的：

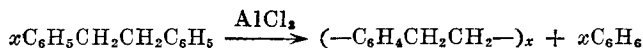


在縮聚領域中必需指出 Коршак^[48] 和他同工作者的工作，這些工作致使縮聚過程理論的建立。

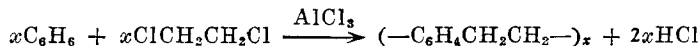
Коршак 曾以二羧基酸與二胺及乙二醇，二氯乙烷與芳香族碳氫化合物，二肼與二醛的反應為例研究了縮聚過程，並找到了決定所生成聚合體分子量大分子的分子量分佈的一般規律。證明原料的比例在縮聚過程起着重要的作用，它決定所得縮聚產物分子量的極限大小^[49]。確定了在縮聚過程中有解聚反應的存在，並指出在保證能達到完全平衡的條件下這些解聚反應決定所得縮聚產物有相當狹的分子量分佈^[50, 51]。

許多研究者的工作是關於研究聚乙烯和其他的烯類聚合體的製備方法，其中首先必須指出 Топчиев^[52]，Динцес^[53] 的工作。

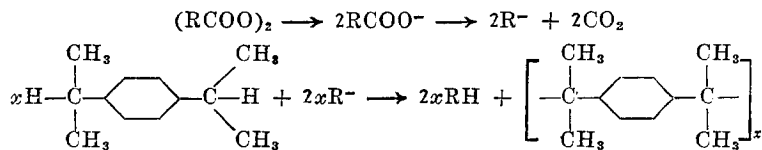
在鏈中含有芳香核的聚合體亦開始引起了研究者的注意。Коршак 和 Колесников^[54] 發現了一個新的縮聚反應——芳基交換作用（пересариллирование），這反應在二苯基乙烷與三氯化鋁加熱時發生，可用下式表示之：



按芳基交換作用所得的聚苯基乙烷與苯和二氯乙烷的縮聚產物相類似。



當過氧化物與 *p*, *p'*-二異丙基苯及其他碳氫化合物作用時，發生的“聚重合反應”中所得到的聚合體亦屬於這種類型（Коршак，Сосин，Чистякова^[56]）：



在製備乙烯基酯類聚合體的領域中有大量的工作是屬於 С. Н. Ушаков 的。他在氣相反應的基礎上研究了製備聚乙酸乙烯酯的工藝過程以及聚乙烯醇和它的縮醛的製備方法。應該指出他所研究的經過甲酸乙酯製備聚乙醇，同時回收甲酸的方法，是很有意義的。Ушаков 製備和研究了聚乙醇的礆衍生物^[57]。

А. Е. Фаворский 和 М. Ф. Шостаковский 製備了大量的乙烯醚類聚合體。Шостаковский^[58] 詳細地研究了乙烯醚類的聚合反應歷程。

Назаров^[59] 製備了二甲基乙烯基丙炔醇 $[\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2]_x$ 的聚合體，可以廣泛地用作為膠粘材料（甲醇膠）。

П. П. Шорыгин 和 Н. В. Шорыгина^[60] 研究了苯乙烯和它的同系物及類似物的聚合體，同時確定了原料單體的結構對聚合速度表現出巨大的影響，尤其是，乙烯基團直接與芳香核相連，單體分子的對稱性以及芳基的大小對聚合速度更有影響。在 α - 和 β - 位置有取代基存在時對熱聚合有阻礙。所得聚合體分子量的大小亦和取代基團的性質和排列有關。

其他研究者也廣泛地研究了在核上含有各種取代基的苯乙烯聚合（Ю. С. Залькинд^[61]，

С. Н. Ушаков^[61], Ваншейдт^[61], Котон^[62], Коршак^[63], Колесников^[64] 等)。

Рутовский^[65], Берлин^[66], Дринберг^[67] 等研究了各種甲基丙烯酸酯類的聚合和共聚合反應。

在 Павлович^[68], Рутовский^[69], Берлин^[70], Дринберг^[71] 等的工作中研究了氯乙烯的聚合和它的聚合體和共聚體的性質。

Петров^[72], Ваншейдт^[61, 73], Максоров^[74], Лосев^[75], Ушаков^[76] 等廣泛地研究了酚醛樹脂, 並在這基礎上建立起塑料工業。

早在 1912 年, Петров, Тарасов 和 Лосев (請看[72]) 曾經提議在石油磺酸 (Петров 的接觸) 存在時用苯酚與甲醛縮合的方法, 這方法在工業上被實現了, 所得樹脂稱作 карболит (請看[72])。

Ваншейдт^[73] 指出苯酚和甲醛當確存在時生成苯酚醇, 分子式為 $\text{H}[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})\text{CH}_2]_n\text{OH}_m \cdot \text{CH}_2\text{O}$, 能溶於水, 但當有酸存在時得到組成為 $\text{H}[\text{Ar}''(\text{OH})\text{CHR}]_n\text{Ar}''\text{OH}$ 的綫型縮合產物。只有在甲醇過剩時生成分支狀的樹脂。Петров^[77], Ваншейдт^[61], Лосев^[75, 78] 等廣泛地研究了以甲醛與尿素或其他酰胺類和胺類為基礎的樹脂。

通常被稱為醇酸樹脂的分支狀的聚酯是許多研究者的對象。Максоров^[79] 研究了各種催化劑對於甘油與磷-苯二甲酸酐反應的影響, 並發現其中有一些催化劑加速了反應, 有的則引起產物變黑和分解。

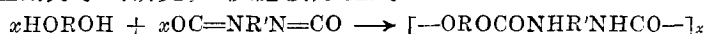
Киселев^[80], Коган^[81], Школьман^[82], Дринберг^[83] 研究了丙三醇-磷-苯二甲酸酐樹脂生成反應的動力學和反應歷程。Киселев^[84] 研究了戊五醇與磷-苯二甲酸酐的縮合反應, 而 Петров^[85] 研究了從季戊四醇與磷-苯二甲酸酐生成樹脂的反應。

用二羧酸與二醇縮聚所得到的綫型聚酯被廣泛地進行研究, 並得到了一些能够建立起它們性質與結構間關係的數據 (Коршак, Винограда, Фрунзе^[86] 等)。

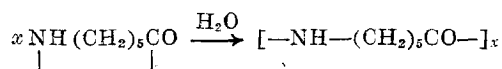
用縮聚方法合成了大量的各種不同結構的聚酰胺, 因此有可能作出一系列有意義的, 關於它們結構和性質間關係的概論, 並且應用到實際中去 (Коршак; Рафиков, Фрунзе, Замятина, Челнокова^[86-89])。

Челнокова, Рафиков 和 Коршак^[88] 研究了己二胺和癸二酸的聚酰胺化反應動力學, 作者們發現這是作為雙分子反應進行, 它的活化能為 24000 卡/克分子。

Стрепихеев, Артемьев 和 Шмидт^[90], Коршак 和 Грибова^[91] 等廣泛地進行了二異氰酸酯與二醇共聚合過程動力學的研究, 此反應按方程式



進行生成聚氨基甲酸酯。Кнунянц, Роговин 和 Рымашевска^[92] 詳細地研究了 ϵ -己內酰胺的聚合。



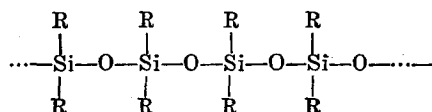
其後, 別的作者們 (Стрепихеев, Скуратов^[93], Пакшвер^[94], Михайлов 與其同工作者^[95]) 廣泛地研究了這個反應的規律性和生成聚合體的性質。

最近幾十年來, 在有機化學中除一般的有機元素如碳, 氫, 氧, 氮, 氯等外, 門捷列夫週期表中許多其他元素 (金屬及非金屬) 的化合物亦有了廣泛的發展, 同樣地這種情況亦發生在分子化合物化學中。

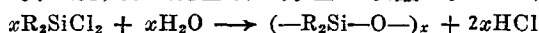
關於含有硅, 磷, 鎢, 鈦等元素的碳鏈和雜鏈聚合體合成的報導是越來越多了。

Андрианов 所發現的新型分子化合物——硅有機聚合體是分子化學中顯著的成就, 它

不同於所有以前所知的聚合體,大分子的主鏈是由硅和氧原子所構造的:

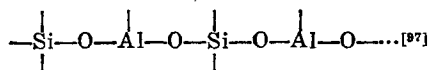


當二烷基或二芳基二氯硅烷,或二烷基或二芳基硅酸酯不完全水解時得到硅有機聚合體:



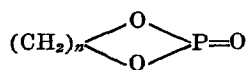
硅有機聚合體以它高的熱穩定性稱著,並且在作為橡膠,油漆,和潤滑劑等方面有了廣泛的實際應用。

元素有機聚合體領域中的研究吸引了越來越多的研究者們的注意。現在所得到的聚合體其中含有元素硅作為硅氧鏈 $(\cdots\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\cdots)$ 存在,這種鏈為雜鏈硅有機化合物所有,也有存在於鋁硅鏈中,其中除了含硅以外還含有鋁及其他元素(Анрианов)^[97]:

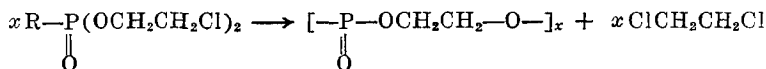


同時得到一系列碳鏈聚合體,它們在支鏈中含有硅(Коршак, Полякова, Петров 等^[98, 99]).

磷有機聚合體化學開始發展起來。製備了一系列在大分子的鏈中含有磷的雜鏈聚酯和聚酰胺,為了這個目的,利用了環狀的芳基和烷基次磷酸酯與聚亞甲基二醇的聚合反應:

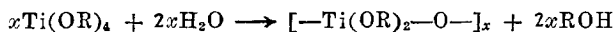


同樣亦利用了按下式進行的烷基次磷酸 β -氯乙基酯的縮合:



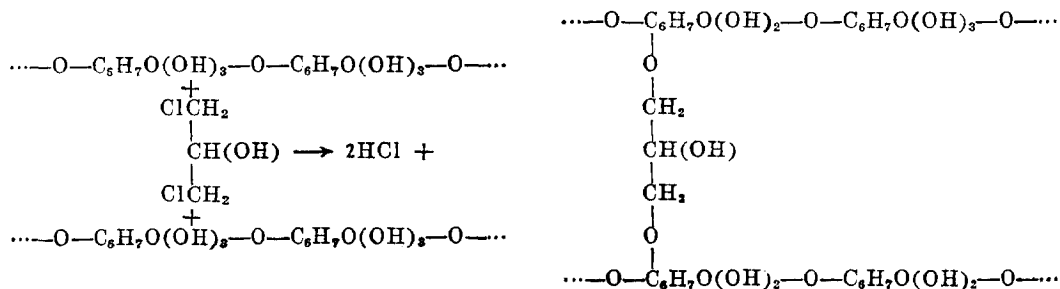
(Коршак, Грибова и Андреева^[100]). 與此同時用烷基次磷酸丙烯酯聚合而得到的聚合體的合成有了很大的發展(Камай 等^[101]). 還得到了含有鎢的聚合體(Коршак^[98], Петров^[102], Полякова^[98]).

用正-鈦酸酯不完全水解所得的鈦氧聚合體是有很大大意義的:



這些聚合體以高的硬度和高的熱穩定性而稱著,由於這個緣故它們找到了實際上的應用。這些聚合體的生成過程是逐步研究的,並且已經分離出第一階段水解的產物(Несмеянов, брайнина, Фрейдлина^[103]).

П. П. Шорыгин 和他的學生在纖維素化學領域中進行很多的研究。他們製備了纖維素的亞甲基醚,甘油醚,亦製備了纖維素的羥乙基醚。有趣的是纖維素亞甲基醚在鹼中不溶解並且幾乎不溶脹^[104]。因此首先證明在生成交聯的大分子後有可能製得不溶性和不溶脹的纖維素衍生物。Шорыгин 在用二氯丙醇處理纖維素時亦得到了這樣的結果,反應進行如下:



所得的甘油醚亦是不溶解的^[105]。特別有意義的是, Шорыгин 所進行的關於瞭解纖維素分子中各個羥基的相對反應能力方面的工作^[106]。爲了這個目的,他廣泛地利用了纖維素的三甲基化反應*。

亦應該指出 Шорыгин 的氧化氮對纖維素作用的研究^[107]。他發現二氧化氮並不生成纖維素硝酸酯,但引起氧化反應而生成含有大量羧基的羥基纖維素,這些羧基表現了纖維素的酸(целлуриновая кислота)。

很多研究者成功地從事於纖維素和它衍生物的研究(Каргин, Михайлов, Елинек^[108, 109], Данилов^[110], Ушаков^[111], Роговин^[112], Н. Н. Шорыгина^[112, 115], Иванов, Каверзнева^[116], Голова^[117], Шарков, Корольков, Круглова^[118], Никитин^[119], Конкин^[120]等)。因此得到了新的纖維素衍生物,並且弄清楚了許多結構上的主要問題。

Каргин 和 Михайлов^[108, 109] 研究了各種纖維素材料的結構,其中包括水合纖維素纖維,並且研究出增加水合纖維素纖維强度的有效方法。Данилов^[110] 得到了去氧纖維素的組成: $[C_6H_7O_2(OH)_{2.5}H_{0.5}]_n$, 和脫水纖維素的組成 $(C_6H_{10-2x}O_{5-x})_4$ 。他亦詳細地進行了纖維素和粘液絲在銅氨溶液中的研究,並證明纖維素在銅氨溶液中生成類似於礆纖維素的分子化合物,同時發現在粘液絲溶液中由於氧化的結果,發生了聚亞硫化合物的堆積。

Ушаков^[111] 製得了纖維素羥乙基丙烯酸酯,並研究了它們與二氧化硫的共聚合作用。

Роговин^[112-115] 研究了在纖維素大分子中官能團的特性對於纖維素和纖維素醚類性質的影響。並得到了一系列纖維素衍生物——二醛纖維素,二羧基纖維素,單羧基纖維素和它們的醚類,和纖維素亞甲基醚。

Иванов 和 Каверзнева^[116] 進行了一系列用次氯酸鈉和過氧化氫使纖維素氧化的反應歷程的研究。

Голова 和 Иванов^[117] 詳細地研究了纖維素溶液在銅氨溶液中的黏度,並且證明黏度的大小與測定的條件有關,因為在氧存在時發生纖維素的氧化裂解。

Н. Н. Шорыгина^[121] 研究了纖維素醚和纖維素配醣體醚的斷裂。

Михайлов^[122] 進行了黃原酸纖維素酯的礆水解的研究。Шарков^[118] 研究了纖維素的水解與醇解。

Конкин^[120] 從事於化學作用下各種糖類大分子中的縮醛鍵的穩定性的研究。

Никитин^[119] 研究了弱烴化作用對纖維素纖維性質的影響,而 Пакшвер^[123] 研究了纖維素與金屬氫氧化物的氨溶液和礆溶液的相互作用。

在 Н. Н. Шорыгина^[124] 的工作中包括木質素的廣泛研究來確定其結構。她利用了液體氨中的金屬鈉溶液作為分解木質素的試劑,並分離出一系列低分子的裂解產物:二氫丁香酚和 1-(對-羥基-3-甲氧苯基)-丙醇-2。

Шорыгин 和 Макарова-Землянская^[125] 製得和研究了澱粉亞甲基醚,羥乙基醚和甘油醚,它們與類似的纖維素醚有很多相似的地方,區別僅在於它們不能生成纖維。

Шорыгин^[126, 127] 詳細地研究了天然高分子產物——甲殼質。它是甲殼和昆蟲解殼的主要成份,並且是從 α -氨基葡萄糖構成的聚醣。他得到了甲殼質硝酸酯,它的乙酸酯和甲酯,並且研究了它們的性質。

橡膠的硫化是許多作者研究的對象(Догадкин^[128], Ребиндер^[129]等)。

Догадкин^[128] 全面地進行了橡膠硫化過程的研究,並且發現了最好的硫化條件。

* 原文爲 триэтилования 恐爲 триметилирования 之誤——譯者註。

高分子化合物的裂解過程很早以前已經引起研究者們的注意。Коршак^[130-134] 確定了聚酰胺和聚酯化學裂解的基本規律。

Кузьминский^[135-137] 和 Догадкин^[138, 139] 研究了橡膠的裂解。Иванов^[140, 141] 和 Каверзнева^[142] 全面地研究了纖維素的氧化裂解。

Зелинский 和 Гаврилов^[143] 研究了蛋白質的裂解水解。

着重地進行了聚合體的物理性質的研究。

首先必須提到 Каргин 和他的學派所進行的整套的工作，這些工作是關於高分子化合物的機械性質和熱力學性質以及高分子化合物結構的研究。特別重要的是在纖維素(Каргин, Слонимский^[144], Михайлов^[145], Козлов^[146] 等)和其他聚合體(Каргин, Согокова^[147-149])方面進行它們的無定形態和結晶形態的研究。由於這些工作的結果證明了無定形聚合體鏈形分子的整齊排列和結晶之間的區別，這就駁斥了廣泛流行的再生纖維素微結晶性的概念。結晶聚合體研究結果的理論探討證明了不能容許把一般結晶體的概念形式地轉用到聚合體去，並且發展了聚合體結晶態完全新的概念(Слонимский^[150])。許多聚合體在廣泛的溫度範圍內研究其性質，能使確定玻璃態，高彈性，和黏流態的主要特性，以及從一種狀態到另一種狀態相互轉變的規律性(Каргин, Соголова^[149], Слонимской^[150])。這些工作與 А. П. Александрова, П. П. Кобеко, Я. И. Френкель 物理學派的研究密切有關。它們引起了聚合體中鬆弛現象的近代理論的發展，使有可能研究出高強度的纖維與薄膜的製備方法。

除了已指出的在聚合體機械性質研究領域中的工作外，還大量地發表了很多作者們(Бартенев^[163], Михайлов^[145], Лазуркин^[164], Слонимский^[165], Кукин^[167], Кувшинский^[168], Патрикеев^[166] 等)很有意義的工作。

Каргин 和 Китайгородский^[161, 162] 廣泛地進行了聚合體的 X-衍射結構和電子射線的研究。

最近聚合體的機械化學過程的研究工作得到了很大的發展，這些工作為聚合體的改進和工作能力的提高開闢了新的途徑(Каргин^[151], Слонимский^[152], Берлин^[153], Барамбойм^[154] 等)。

研究聚合體在溶液中的行為是研究大分子結構和性能的最重要途徑之一。雖然這個領域在很大程度上是屬於膠體化學的，但這裏要指出，在這個領域中有很多研究者(Ребиндер^[160], Тагер^[155], Бреслер^[50], Цветков^[156], Липатов^[158], Поддубный^[157], Зубов^[159] 等)成功地工作着。

用各種方法對聚合體溶液進行研究得到一系列重要的數據，在這基礎上明白了聚合體溶液的性質，研究了各種聚合體分子量測定的方法，並且解釋了縮聚和聚合反應的歷程。

參 考 文 獻

- [1] А. М. Бутлеров, ЖРФХО, **5**, 302 (1873).
- [2] А. А. Кракау, ЖРФХО, **10**, 237 (1878).
- [3] И. Л. Кондаков, Синтетический каучук, его гомологи и аналоги, г. Юрьев, 1912.
- [4] С. В. Лебедев, Исследование в области двуэтиленовых углеводов, СПб, 1912.
- [5] Н. Н. Меншуткин, ЖРФХО, **13**, 523 (1881).
- [6] В. В. Коршак, Химия высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М.—Л., 1950.
- [7] И. П. Лосев, Г. С. Петров, Химия искусственных смол, Госхимиздат, 1951.
- [8] К. А. Андрианов, Кремний-органические соединения, Госхимиздат, М., 1955.
- [9] Б. А. Догадкин, Химия и физика каучука, Госхимиздат, 1947.
- [10] П. П. Шорыгин, Химия целлюлозы, ОНТИ, М., 1936.
- [11] З. А. Роговин, Н. Н. Шорыгина, Химия целлюлозы и ее спутников, Госхимиздат, М.—Л., 1953.
- [12] В. В. Коршак, Методы высокомолекулярной органической химии, т. 1. Общие методы синтеза высо-

- коммолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1953.
- [13] С. В. Лебедев, Жизнь и труды, ОНТИ, Химтеорет, Л., 1938.
- [14] П. П. Шорыгин, Избранные труды, Изд. АН СССР, М.—Л., 1950.
- [15] Н. Н. Семенов, Цепные реакции, ОНТИ, 1933.
- [16] Н. Н. Семенов, Усп. хим., **5**, 321 (1936); **20**, 673 (1951); **22**, 521 (1953).
- [17] М. А. Хохловкин, Синт. каучук, **5**, № 4, 12 (1936).
- [18] Н. Д. Зелинский, Я. И. Денисенко, М. С. Эвентова, С. И. Хромов, Синт. каучук, **2**, № 4, 11 (1933).
- [19] Г. Г. Коблянский, К. Б. Плотровский, ЖПХ, **21**, 1132 (1948).
- [20] С. С. Медведев, О. Корицкая, Е. Алексеева, ЖФХ, **17**, 391 (1943).
- [21] А. Д. Абкин, С. С. Медведев, ЖФХ, **21**, 1269 (1947).
- [22] Х. С. Багдасарьян, ЖФХ, **27**, 542 (1953).
- [23] С. Каменская, С. Медведев, ЖФХ, **14**, 922 (1940).
- [24] С. Ушаков, С. Миценгендлер, Д. Поляцкина, ЖПХ, **23**, 512 (1950).
- [25] С. В. Лебедев, Г. Г. Коблянский, М. А. Хохловкин, Н. И. Куйбина, М. М. Гольдман, В сб. Синтетический каучук, **5**, № 6, 2 (1936).
- [26] Г. Г. Коблянский, И. В. Рокитянский, Синт. каучук, **5**, № 6, 2 (1936).
- [27] А. И. Якубчик, В сб. Синтетический каучук, IV, 1935 г., стр. 11.
- [28] П. Д. Данков, П. Краснобаева, ЖФХ, **4**, 346 (1935).
- [29] И. Л. Зальманов, А. И. Шальников, ЖФХ, **4**, 353 (1935).
- [30] И. В. Рокитянский, М. Ю. Лека, Синт. каучук, **5**, № 9, 6 (1936).
- [31] А. Д. Абкин, С. С. Медведев, ЖФХ, **13**, 705 (1939).
- [32] А. А. Коротков и др., В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, М., 1956, стр. 31, 32, 48, 49.
- [33] А. В. Топчиев, Б. А. Кренцель, И. М. Толчинский, Г. В. Гарнишевская, ДАН, **114**, 113 (1957).
- [34] Б. В. Бызов, ЖПХ, **6**, 1074 (1932).
- [35] В. Баландина, К. Берзин, А. Добромыслова, Б. Догадкин, М. Лапук, Изв. АН СССР, сер. хим., 1936, 397, 423.
- [36] К. Берзин, А. Добромыслова, Б. Догадкин, Изв. АН СССР, сер. хим., 1936, 409.
- [37] З. Н. Маркина, П. М. Хомиковский, С. С. Медведев, ДАН, **75**, 243 (1950).
- [38] С. С. Медведев и др. В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 5, 7, 8.
- [39] А. И. Юрженко, Т. С. Юрженко, Там же, стр. 29.
- [40] Б. А. Долгополоск, И. А. Ливишиц, Д. Ш. Короткина, В сб. Исследования в области синтеза каучуков, Изд. ВНИИСК, 1953, стр. 149.
- [41] Б. А. Догадкин, Д. М. Сандомирский, П. Шаркевич, Колл. Журн., **6**, 199, 215 (1940).
- [42] Б. Н. Рутовский, Г. С. Гончаров, А. Г. Муравин, Хим. пром., 1949, № 3, 11.
- [43] С. Л. Талмуд, Р. М. Гальдинг, В. Я. Алдакушкин, Труды III конференции по высокомолекулярным соединениям, Изд. АН СССР, М., 1948, стр. 77.
- [44] В. В. Коршак, Изв. АН СССР, ОХН, 1949, 269.
- [45] А. Н. Несмеянов, Р. Х. Фрейдлина, Л. И. Захаркив, Е. И. Васильева, Р. Г. Петрова, Ш. А. Карапетян, Г. Б. Ованикян, А. А. Безр, М. А. Беспрогванный, Сб. Химическая переработка нефтяных углеводородов, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 303.
- [46] Р. Х. Фрейдлина, В сб. Совещание по научно-техническому сотрудничеству СССР и стран народной демократии в области производства химического волокна, Гизлегпром, М., 1956, стр. 83.
- [47] А. Н. Несмеянов, Р. Х. Фрейдлина, Е. Ц. Чуковская, ДАН, **113**, 120 (1957).
- [48] В. В. Коршак, Усп. хим., **27**, 121 (1952).
- [49] В. В. Коршак, В. В. Голубев, Г. С. Колесников, В сб. Исследования в области высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М.—Л., 1949, стр. 22.
- [50] С. Е. Бреслер, В. В. Коршак, С. А. Павлова, П. А. Финогенов, Изв. АН СССР, ОХН, 1954, 344, 354.
- [51] В. В. Коршак, С. А. Павлова, Г. Л. Слонимский, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 99.
- [52] А. В. Топчиев, Б. А. Кренцель, Усп. хим., **25**, 921 (1956).
- [53] А. И. Динцес, Бюлл. ВХО им. Менделеева 1939, № 10, 31.
- [54] В. В. Коршак, Г. С. Колесников, ДАН, **70**, 625 (1950); **76**, 69 (1951).
- [55] В. В. Коршак, Г. С. Колесников, А. В. Харчевников, ЖОХ, **18**, 198 (1948).
- [56] В. В. Коршак, С. Л. Сосин, М. В. Чистякова, Изв. АН СССР, ОХН, 1957, 1271.
- [57] С. Н. Ушаков, Б. М. Лаврентьева, ЖПХ, **26**, 960 (1953).

- [58] М. Ф. Шостаковский, Простые виниловые эфиры, Изд. АН СССР, М., 1952, стр. 249.
- [59] И. Н. Назаров, Труды I конференции по высокомолекулярным соединениям, М.—Л., 1945, стр. 24.
- [60] П. П. Шорыгин, Н. В. Шорыгина, ЖОХ, **5**, 555 (1935); **9**, 845 (1939).
- [61] А. А. Ваншейдт, В сб. Советская химия за двадцать пять лет. Изд. АН СССР, М. Л., 1944, стр. 260—266.
- [62] М. М. Котон и др., ЖПХ, **26**, 660, 666 (1953).
- [63] В. В. Коршак, Н. Г. Матвеева, Изв. АН СССР, ОХН, 1953, 547.
- [64] Г. С. Колесников, В. В. Коршак, И. П. Краковная, ЖОХ, **21**, 397 (1953).
- [65] Б. Н. Рутовский, А. М. Шур, ЖПХ, **24**, 851, 1074 (1951).
- [66] А. А. Берлин, Т. А. Макарова, ЖОХ, **21**, 1267 (1951).
- [67] А. Я. Дринберг, Ш. Н. Голант, Л. И. Гольдфарб, ЖПХ, **24**, 1181 (1951).
- [68] П. И. Павлович, В сб. Труды I конференции по высокомолекулярным соединениям, Изд. АН СССР, М.—Л., 1945, стр. 22.
- [69] Б. Н. Рутовский, В. В. Чеботаревский, ЖПХ, **23**, 889 (1950).
- [70] А. А. Берлин и др., ЖПХ, **24**, 308, 1311 (1951).
- [71] А. Я. Дринберг, А. М. Бочарова, ЖПХ, **26**, 1056 (1953).
- [72] Г. С. Петров, Б. Н. Рутовский, И. П. Лосев, Технология синтетических смол и пластических масс. Госхимиздат, М.—Л., 1946, стр. 52.
- [73] А. А. Ваншейдт, В сб. Труды I конференции по высокомолекулярным соединениям. Изд. АН СССР, М.—Л., 1945, стр. 20.
- [74] Б. В. Максоров, см.⁶¹.
- [75] И. П. Лосев, см.⁶¹.
- [76] С. Н. Ушаков, см.⁶¹.
- [77] Г. С. Петров, см.⁶¹.
- [78] И. П. Лосев, Н. И. Антропов, В сб. Труды III конференции по высокомолекулярным соединениям, М.—Л., 1948, стр. 146.
- [79] Б. В. Максоров, В сб. Вопросы изоляции в электротехнике, М.—Л., 1930, стр. 128.
- [80] В. С. Киселев, К. П. Беляева, ЖПХ, **26**, 518, 1098 (1953).
- [81] А. И. Коган, ЖПХ, **9**, 1070 (1936); **10**, 900 (1937).
- [82] Е. Е. Школьник, И. И. Зейдлер, ЖПХ, **26**, 736 (1953).
- [83] А. Я. Дринберг, Технология пленкообразующих веществ, М.—Л., Госхимиздат, 1948.
- [84] В. С. Киселев, А. М. Лубман, ЖПХ, **22**, 104, 115 (1949).
- [85] Г. С. Петров, К. М. Власова, В сб. Химия и физико-химия высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1952, стр. 68.
- [86] В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Т. М. Фрунзе, ЖОХ, **27**, 1600 (1957).
- [87] В. В. Коршак, Т. М. Фрунзе, Н. Г. Матвеева, Усп. хим., **25**, 419 (1956).
- [88] Г. Н. Челнокова, С. Р. Рафиков, В. В. Коршак, ДАН, **64**, 353 (1949).
- [89] В. В. Коршак, В. А. Замятина, Изв. АН СССР, ОХН, 1945, 609.
- [90] А. А. Стрелихеев, А. А. Артемьев, Я. А. Шмидт, В сб. Исследование в области высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М.—Л., 1949, стр. 69.
- [91] В. В. Коршак, И. А. Грибова, Изв. АН СССР, ОХН, 1954, 550.
- [92] И. Л. Кнунянц, З. А. Роговин, К. А. Рымашевская, Э. В. Хайт, ЖОХ, **17**, 987 (1947).
- [93] С. М. Скуратов, А. А. Стрелихеев, Е. Н. Канарская, Колл. Журн., **14**, 185 (1952).
- [94] А. Б. Цакшвер и др., ЖПХ, **23**, 837 (1950); **26**, 830, 835 (1953).
- [95] Н. В. Михайлов, В. З. Файнберг, В. О. Горбачева, В. Н. Топчибаева, Т. И. Шейн, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 100.
- [96] К. А. Андрианов, Высокополимерные кремнийорганические соединения, Госэнергоиздат, 1946.
- [97] К. А. Андрианов, Усп. хим., **26**, 895 (1957).
- [98] В. В. Коршак, А. М. Полякова, А. А. Сахарова, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 10.
- [99] А. М. Полякова, В. В. Коршак, А. А. Сахарова, А. Д. Петров, В. Ф. Миронов, Г. И. Никишин, Изв. АН СССР, ОХН, 1956, 979.
- [100] В. В. Коршак, И. А. Грибова, М. А. Андреева, Изв. АН СССР, ОХН, 1957, 631.
- [101] Г. Камай, В. А. Кухтин, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М. 1956, стр. 40.
- [102] В. В. Коршак, А. М. Полякова, А. Д. Петров, В. Ф. Миронов, ДАН, **112**, 436 (1957).

- [103] А. Н. Несмеянов, Э. М. Брайнниа, Р. Х. Фрейдлина, ДАН, **85**, 571 (1952).
- [104] П. П. Шорыгин, Ю. А. Рымашевская, Cellulosechemie, **14**, 81 (1938).
- [105] П. П. Шорыгин, Ю. А. Рымашевская, ЖОХ, **7**, 2428 (1937); **8**, 1903 (1938).
- [106] П. П. Шорыгин, А. Е. Вейцман, Н. Н. Макарова-Землянская, ЖОХ, **7**, 430 (1937).
- [107] П. П. Шорыгин, Э. В. Хаит, ЖОХ, **7**, 188 (1937).
- [108] В. А. Каргин, Н. В. Михайлов, В. И. Елинек, В сб. Труды VI конференции по высокомолекулярным соединениям, Изд. АН СССР, М.—Л., 1949, стр. 281, 315.
- [109] Н. В. Михайлов, В. А. Каргин, В сб. Труды IV конференции по высокомолекулярным соединениям, Изд. АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 138.
- [110] С. Н. Данилов и др., В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 65, 106, 169.
- [111] С. Н. Ушаков, О. И. Климова, ЖПХ, **25**, 46 (1952).
- [112] З. А. Роговин, Н. Н. Шорыгина, А. Г. Яшунская, И. М. Трейвас, ЖПХ, **22**, 857 (1949).
- [113] А. Г. Яшунская, Н. Н. Шорыгина, З. А. Роговин, ЖПХ, **22**, 865, 1037 (1949).
- [114] З. Роговин, Л. Кондрачук, Р. Малахов, ЖПХ, **23**, 418 (1950).
- [115] З. А. Роговин, Ю. С. Козлова, В. А. Дерезицкая, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 72.
- [116] В. И. Иванов, Е. Д. Каверзнева, В сб. Труды IV конференции по высокомолекулярным соединениям, М.—Л., 1948, стр. 56, 81.
- [117] О. П. Голова, В. И. Иванов, И. И. Николаева, Труды IV конференции по высокомолекулярным соединениям, Изд. АН СССР, М.—Л., 1948, стр. 27.
- [118] В. И. Шарков, И. И. Корольков, А. В. Круглова, ЖПХ, **27**, 319 (1954).
- [119] Н. И. Никитин, Н. И. Кленкова, ЖПХ, **24**, 296 (1951).
- [120] А. А. Конкин, З. А. Роговин, ЖПХ, **23**, 536 (1950).
- [121] Н. Н. Шорыгина, В сб. Труды I конференции по высокомолекулярным соединениям, М.—Л., Изд. АН СССР, 1945, стр. 30.
- [122] В. И. Майборода, Н. В. Михайлов, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 73.
- [123] А. Пакшвер, М. Архипов, Б. Геллер, ЖПХ, **23**, 181 (1950).
- [124] Н. Н. Шорыгина, Т. Я. Кефели, ЖОХ, **18**, 112 (1947).
- [125] П. П. Шорыгин, Н. Н. Макарова-Землянская, Р. Л. Биленко, В. А. Дерезицкая, В. Т. Шематенкова, ЖОХ, 1910 (1938).
- [126] П. П. Шорыгин, Н. Н. Макарова-Землянская, Вер., **68**, 965, 969 (1935).
- [127] П. П. Шорыгин, Э. В. Хаит, Вер., **68**, 971 (1935).
- [128] Б. А. Догадкин, В сб. Труды VI конференции по высокомолекулярным соединениям, Изд. АН СССР, М.—Л., 1949, стр. 102.
- [129] А. П. Писаренко, П. А. Ребиндер, В сб. Химия и физико-химия высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1952, стр. 168.
- [130] В. В. Коршак, К. К. Мозгова, А. П. Засечкина, ЖОХ, **27**, 1866 (1957).
- [131] В. В. Коршак, В. А. Замятина, ДАН, **59**, 909 (1948).
- [132] В. В. Коршак, В. А. Замятина, Изв. АН СССР, ОХН, 1945, 609.
- [133] В. В. Коршак, В. В. Голубев, Изв. АН СССР, ОХН, 1946, 185.
- [134] В. В. Коршак, С. В. Виноградова, Изв. АН СССР, ОХН, 1951, 179, 756.
- [135] А. С. Кузьминский и др., сб. Старение и утомление каучуков и резины, Госхимиздат, Л., 1955, стр. 3, 17, 89, 130, 157.
- [136] А. С. Кузьминский и др., Труды НИИРП, сборн. 3, 1956, стр. 73, 86, 102.
- [137] А. С. Кузьминский, Усп. хим., **24**, 842 (1955).
- [138] И. Г. Соболева, Догадкин, Химия и физико-химия высокомолекулярных соединений. Доклады к VII конференции по высокомолекулярным соединениям, Изд. АН СССР, 1952, стр. 108.
- [139] Б. А. Догадкин, ЖОХ, **15**, 177 (1945).
- [140] В. И. Иванов, Е. Д. Каверзнева, Изв. АН СССР, ОХН, 1945, 6.
- [141] В. И. Иванов, Изв. АН СССР, ОХН, 1957, 358.
- [142] Е. Д. Каверзнева в сотр. Изв. АН СССР, ОХН, 1956, 358, 482, 604.
- [143] Н. Д. Зелинский, Н. И. Гаврилов, В книге: Академик Н. Д. Зелинский, Собрание Трудов, т. I, Изд. АН СССР, М.—Л., 1954, стр. 444; Избранные Труды, т. II, Изд. АН СССР, М.—Л., 1941, стр. 471.
- [144] В. А. Каргин, Г. Л. Слонимский, Усп. хим., **24**, 785 (1955).
- [145] Н. В. Михайлов, Докторская диссертация, Ин-т им. Карпова, М., 1946.

- [146] П. В. Козлов, Физико-химия эфирцеллюлозных пленок, Госкиноиздат, М., 1948.
- [147] В. А. Каргин, Т. И. Соголова, ЖФХ, **27**, 1039, 1208, 1913, 1325 (1953).
- [148] В. А. Каргин, Г. С. Маркова, ЖФХ, **27**, 1236, 1525 (1953).
- [149] В. А. Каргин, Т. И. Соголова, ЖФХ, **23**, 530, 540, 551 (1949).
- [150] Г. Л. Слонимский, Докторская диссертация, Москва, Ин-т им. Карпова, 1948.
- [151] В. А. Каргин, Б. М. Коварская, Л. И. Голубенкова, М. С. Акутин, Г. Л. Слонимский, Хим. пром., 1957, № 2, стр. 77.
- [152] Г. Л. Слонимский, Е. В. Резцова, Б. Г. Липкина, М. С. Льюнриера, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений. Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 162.
- [153] А. А. Берлин, Там же, стр. 76.
- [154] Н. Е. Барамбойм, Там же, стр. 165.
- [155] А. А. Тагер, Растворы высокомолекулярных соединений, Госхимиздат, М.—Л., 1951.
- [156] В. Н. Цветков, В сб. Химия и Физико-химия высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1952, стр. 150.
- [157] И. Я. Поддубный, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 117, 118.
- [158] С. М. Липатов и др., Там же, стр. 107, 108.
- [159] П. И. Зубов, Докторская диссертация. Физико-химический ин-т им. Л. Я. Карпова, 1949.
- [160] П. А. Ребиндер, Л. В. Иванова—Чумакова, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений, Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 104.
- [161] В. А. Каргин, А. Н. Китайгородский, Г. Л. Слонимский, Колл. Журн., **19**, 131 (1957).
- [162] А. И. Китайгородский, В сб. Тезисы докладов IX конференции по общим вопросам химии и физики высокомолекулярных соединений. Изд. АН СССР, М., 1956, стр. 86.
- [163] Г. М. Бартенев и др., Там же, стр. 56, 57, 132, 133.
- [164] Ю. С. Лазуркин и др., Там же, стр. 134, 137, 138.
- [165] Г. Л. Слонимский и др., Там же, стр. 132, 162.
- [166] Г. А. Патрикеев, Там же, стр. 145, 164.
- [167] Г. Н. Кукин, Там же, стр. 173.
- [168] М. П. Воинов, Е. В. Кувшинский, Там же, стр. 86.
- [169] А. Р. Гантмахер, С. С. Медведев, ЖФХ, **23**, 516 (1949); **25**, 1328 (1951); **26**, 173 (1952).