

蘇聯高分子科學的進展

(參加蘇聯第九次高分子會議和參觀蘇聯高分子研究機構紀要)

王葆仁 錢保功 胡亞東

我們這次有機會參加蘇聯第九次高分子會議*並參觀了有關高分子研究機構包括科學院和產業部門的七個研究所和三個專科學校的教研室，了解了蘇聯在這門科學最近發展的一些情況。關於第九次高分子會議的情況已經在科學通報上作了介紹，現在準備比較詳細地介紹一些論文的內容，其中自不免有一些重複之處。關於參觀中所見到聽到的情況也將在本文內介紹一部分。

一、蘇聯第九次高分子會議

第九次高分子會議全名是蘇聯第九次關於高分子化合物化學和物理學的一般性問題會議。這次會議是由蘇聯科學院化學學部高分子化合物委員會和蘇聯高等教育部莫斯科大學聯合召開的，於本年1月28日到2月1日在莫斯科大學舉行。參加會議的共約800人，除蘇聯各有關研究機構和有關大專學校的教授專家代表以外，外國代表參加的共有17人，其中民主德國5人——Korrenz, Klare, Tscherbina, Gron, Eloff; 捷克斯洛伐克2人——Wichterle, Veselý; 波蘭2人——Рабек, Порейко; 羅馬尼亞1人——Simionescu; 南斯拉夫2人——Самек, Летерлин; 西德1人——Hess; 以色列1人——Katchalsky, 和我國代表3人——王葆仁, 錢保功, 胡亞東。

大會開幕式由高分子化合物委員會主席 Каргин 院士主持。他在開幕詞中說明蘇聯高分子科學發展的一些情況後指出今後努力的方向應是(1)擴大高分子的品種如各種元素高分子化合物，(2)製備具有預定性質的高分子尤其是結構均一結晶性高的高分子化合物，(3)從中型分子製備大分子以及(4)應用新的物理方法研究高分子的結構。他並強調應把科學研究成果更多地推廣到生產上去。

接着就分組進行論文報告，這次提出報告的論文計共有192篇其中外國科學家有8篇包括我國代表所提出的3篇。按照論文的性質分為6組，其中(一)(二)兩組性質相同大約是以論文篇數多所以分為兩組，其他各組的劃分，也以論文內容常牽涉到幾個方面，不免有交叉之處。為方便起見分三個方面介紹於下：

1. 高分子化合物的合成，演生物及反應歷程。 這方面的報告幾佔全部報告的一半。主

* 蘇聯第一次高分子會議是在1943年9月召開的，以後每年一次在1948年舉行的第六次會議以後，停了一些時候，第七次會議在1952年6月舉行，第八次會議是在1956年1月舉行的。關於第八次會議的情況，見本通訊第114頁。

要內容有各種新型高分子的合成,金屬或元素有機化合物的引發聚合,自由基型及離子型聚合氯化還元系統,以及乳液聚合,縮合聚合的反應歷程,纖維素等碳水化合物化合物的化學以及橡膠的硫化和產物的交聯等等。

在新型的高分子化合物的合成中,蘇聯化學家們 Коршак, Андреанов, Колесников, Шостаковский 等製備含有硅,硼,磷,鍺,錫等元素的單體並觀察它們的聚合反應以及聚合物的性質。Долгопоск, Коротков, Роговин 等製備含有羧基的橡膠和纖維以及含有氟元素的纖維。Коротков 和 Субботин 合成了排列整齊 1,4 結構而順式的聚異戊二烯新型橡膠 СИИ。這些都引起了到會者極大的興趣。

金屬及其有機化合物的聚合, Ziegler, Natta 等人的工作引起各國的注目。在蘇聯這方面的工作從丁鈉橡膠開始已有長久的歷史。這次報告會中主要有 Долгопоск, Коротков 等人的工作,他們研究烯及雙烯在金屬有機物存在下的異構問題,以及在可以形成複合物及絡合物的雜質存在下聚合的歷程問題,從而獲得形成均勻一致包括 1, 2-, 1, 4- 比例和順反式成分合於指定要求的聚合物。

關於聚合反應歷程,是 Медведев 所領導的蘇聯一支強大的學派所進行的研究工作,他在這次報告中對於自由基的形成包括大分子自由基的形成有進一步的闡明。Коршак 通訊院士在重氮甲烷聚合工作中也介紹了亞甲基雙自由基的聚合反應動力學,在這裏應當提起用順磁共振研究自由基聚合過程的工作。Медведев, Коротков 等人對離子型聚合進行了討論。而在氧化還元系統引發方面 Долгопоск 等人把長時期研究以前未公佈的結果總結起來作了扼要的精彩報告。乳液聚合方面, Юрженко 教授和 Медведев 學派有不同的看法,認為在乳液聚合過程中膠乳的顆粒數目不變,聚合在顆粒中進行,而 Медведев 則認為顆粒數目逐漸減少而聚合是在吸附層進行。他們都有實驗證明,爭論了很久。在縮聚反應歷程方面, Коршак, Порошин, Колесников 和我國代表王葆仁等均報告了這方面的工作。

在纖維素化學方面 Данилов, Роговин, Иванов, Михайлов 等人對纖維素的黃化,醚化,酯化,水化,脫水,脫氧,和熱裂解等報告了研究結果。在橡膠硫化及高聚物結構化方面 Догадкин, Охрименко, Клебанский, Дринберг, Бертенев 等人的工作在理論和應用方面都具有重要的意義。

2. 高分子化合物的結構和物理機械性質。 這次會上關於這方面的報告約佔三分之一。主要是關於高分子溶液高分子結晶性及高聚物的介電性質和機械形為的研究。

Каргин, Медведев, Цветков, Ребиндер, Виноградов 等人在高分子溶液的研究方面報告了許多工作。他們利用光散射法,黏度法,雙折射法,擴散法,極化光法,溶解熱測定法等來研究高分子在溶液中的形狀,大小,支化,結構化等問題, Волькенштейн, Китайгородский, Бриоленько 等人報告利用 X-線,紅外光,極化紅外光,雙色性,雙折射等方法來研究高分子化合物的結構及分子間的相互作用,均獲得極富興趣的結果。在介電性質方面有 Сажин, Михайлов, Куриленко 等人的工作。

在高分子結構與機械性能的關係方面,提出報告的有 Каргин, Батенев, Волькенштейн, Кувшинский, Лазуркин, Слонимский 等學者。我國代表錢保功也提出一篇論文。主要是(1)利用機械方法研究高分子固體內部的變化,如在流動時的斷鏈,交聯發生的過程。(2)比較同系的高分子化合物或共聚物的機械性能從而與分子結構相聯繫起來。(3)建立和闡明機械性能的理論。

3. 高分子化合物的化學性質、老化和裂解。專門討論這方面的論文比較不多約只二十餘篇，但是有很多化學反應散佈在其它各篇的論文裏面。進行報告的學者們有 Коршак, Бреслер, Догадкин, Кузьминский, Михайлов, Патрикеев 等人。

在機械力作用於高分子化合物時可發生鏈的斷裂，碳鏈斷裂時產生自由基，雜鏈斷裂時產生離子，由此而產生鏈交換，結構化和接支聚合。比如把聚苯乙烯和澱粉一同輾輻酚醛和 SKI 一同輾輻都可以生成接支共聚合物，這是一個新的方向。

在光和高分子化合物的作用方面，報告的內容主要是研究添加劑對光裂解的影響，有一些化合物可以延緩光裂解速度有的可以加速光裂解的進行。

碳鏈高分子的熱裂解是依照自由基歷程進行的，往往發生交聯，形成不溶不熔的產物。

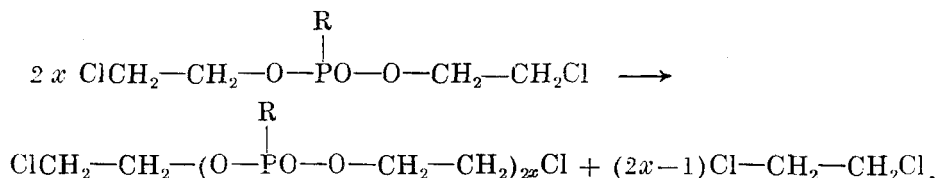
化學試劑和高分子相作用和低分子不盡相同，如在水解聚丙烯腈時會生成環狀化合物。

老化的工作比較少，主要是橡皮的熱老化。研究的結果說明橡皮的老化可以和碳黑的吸附催化的性質聯繫起來。

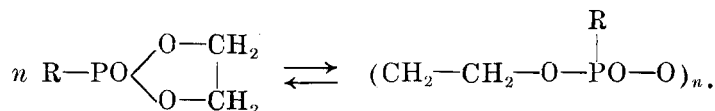
在大會閉幕式中，以色列 Katchalsky 教授作了“機械化學”的報告，他把機械能和化學能聯繫起來。在講演時並用聚乙烯醇纖維在不同 pH 介質中延伸和收縮作了表演實驗。西德 Hess 教授作了“形成纖維的(天然和合成)物質的結晶性”，用許多 X-線衍射圖和電子顯微鏡照片來說明高分子的結晶是由於分子依一定規律排列起來的結果。

下面挑一些作者等認為有興趣的報告做比較詳細的介紹：

1) В. В. Коршак 等：烷基及芳基磷酸二 β -氯乙酯的縮聚反應。——含有磷原子的雜鏈聚合物可以按照下列反應合成，作用在 220—250° 進行：

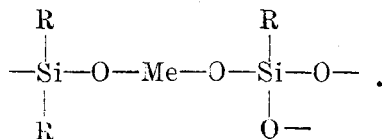


磷酸上的 R 基可以是 CH_3 —， CH_2Cl — 和 C_6H_5 —。它們可以從相應的磷酰氯和氯乙醇製得。與生成聚合物的同時還得到環狀化合物，它們可以開環形成聚合物：



2) Г. С. Колесников, В. В. Коршак 等：芳基二氯磷和二苯基乙烷的縮聚反應。——用苯基二氯磷或對氯苯基二氯磷和 1, 2-二苯基乙烷在氯化鋁存在下相作用，得到在分子鏈上含磷原子的高分子化合物。反應溫度對聚合物的產率和分子量有關，而催化劑的用量以及反應時間對分子量沒有影響。在苯核上引入氯原子不但增加聚合物的分子量，也提高了聚合物的玻璃化溫度。

3) К. А. Андрианов 等：新型聚合物——含金屬原子的聚矽氧烷——方面的研究。——製備了如下列一般程式的化合物，目的在於能得到耐高溫的聚合物或能快乾的漆：



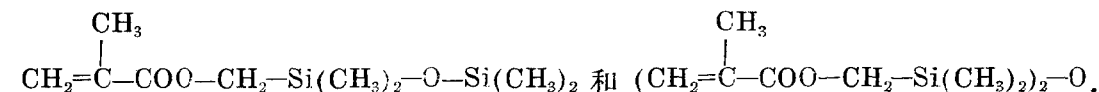
$\begin{array}{c} | \\ \text{—Si—O—Al—} \\ | \end{array}$ 類型的高分子，可以從 $\begin{array}{c} | \\ \text{—Si—OH} \\ | \end{array}$ 與鋁的作用製得也可以從氯硅烷和氯化鋁共水解得來，又可以從矽醇的鈉鹽和鋁酸鈉縮合得來。 $\begin{array}{c} | \quad | \\ \text{—Si—O—B—} \\ | \end{array}$ 類型的化合物可以

用下列方法製得：



這些化合物大多能溶解在有機溶劑內，也有一些不溶不熔。

4) K. A. Андрианов 等：含有甲基丙酰基有機硅化物的合成和聚合。——用甲基丙烯酸鉀和氯甲基硅氧烷作用可以製得含有甲基丙烯酰氧基的化合物如



前者可以在 65° 以 0.1—0.5% 過氧化苯甲酰引發聚合，後者在同樣情形下不能聚合。但它們都可以同丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯共聚。共聚的動力曾進行了研究，聚合速度以甲酯為最大，乙、丙、丁酯順次減小。

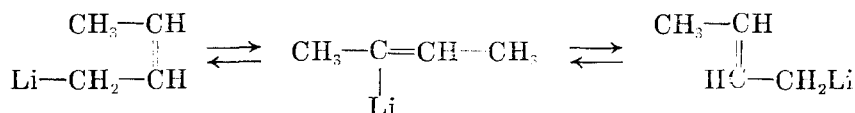
5) Б. А. Долгоплюск 等：含有羧基橡膠的合成及其性質的研究。——一些雙烯和少量的(0.2—3%)甲基丙烯酸在酸性水中進行乳液共聚合可以得各種共聚物。這些共聚物在X-線衍射研究中知道它們具有高度的排列性。它們可以用金屬氧化物進行“硫化”，所得到的橡皮有高强度和高彈性，耐磨並耐高溫老化。

6) С. А. Субботин 等：新型合成橡膠 СИИ 的性質。——用新方法把異戊二烯進行聚合得到一種橡膠 СИИ，在結構上和天然橡膠很相似。它含有 90—95% 1,4 連結並且主要是順式的。

СИИ 的各種強度和介電性質都和天然橡膠極其相近，硫化和加工也和天然橡膠相同。加入適當補強劑可達到 300 千克/厘米²的強度。它可以在各種用途上代替天然橡膠。

7) З. А. Роговин 等：在製備含氟碳鏈纖維 Фторлон (МТИ-2) 方面的研究。——用氟代乙烯和烯類進行共聚，合成了一種含氟的碳鏈聚合物。它可以溶於丙酮中，用乾紡法或濕紡法都可以得到一種優良的纖維。這種纖維的強度和彈性都比耐綸要好，並且耐光和耐化學藥品。

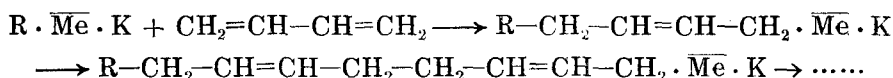
8) Долгоплюск 等：在以鹼金屬和金屬有機化合物引發雙烯聚合中活性中心異構化問題。——丁烯與金屬或金屬有機物相作用可以發生下列的互變：



在沒有外加物存在時丁烯-[1] 和丁烯-[2] 的比例為 1:1，而在有可以形成絡合物存在時為 5:1。從這個結果可以調節雙烯聚合時聚合物 1:2 和 1:4 的生成比例。

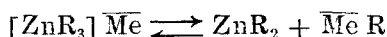
9) Б. А. Долгоплюск 等：雙烯聚合物絡合物的形成及鏈的結構。——雙烯類聚合物的結構與聚合反應的催化劑有很大的關係。實驗證明在金屬有機化合物作為催化劑的聚合過程中，氧的存在大大增加 1:2 結構的成分。二甲基硫在丁二烯的聚合中也增加 1:2 結構（從 15 到 60%），在異戊二烯的聚合中也有同樣情況。

Ziegler 反應在應用於雙烯時，加入形成絡合物的成分後，反應可以被認為按照下列方式進行：



其中 K 是可以形成絡合物的物質。

10) A. A. Коротков 等：用鹼金屬有機化合物與鋅有機化合物的複合物引發丁二烯的聚合。——鹼金屬有機化合物和鋅有機化合物的複合物有下列的平衡：



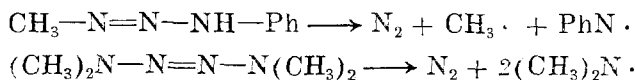
$\overline{\text{Me}} \text{R}$ 可引發丁二烯的聚合。加多 ZnR_2 ，聚合速度即減低（甚至不能聚合）而平均分子量隨之增加，但 1:2 與 1:4 聚合之比不變。在有苯、甲苯、異丙苯、三苯甲烷等存在時聚合速度不同，活化能可以從 27.0 千卡/克分子降到 16.7，但 1:2 與 1:4 之比不變。反應速度同催化劑的濃度成正比。

11) С. С. Медведев 等：氯丁二烯的聚合反應動力學及反應歷程。——氯丁二烯的聚合速度與 w -聚合物的存在數量成正比。 w -聚合物的引發作用可能是由於 w -聚合物的 C—C 鍵斷裂產生自由基而引起的。鍵的斷裂可能係由於膨脹的結果。用含有放射性元素的 w -聚合物進行試驗可以證明上述的假設。

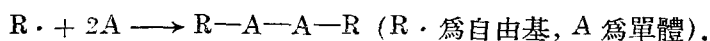
在金屬鈉的影響下，氯丁二烯進行聚合反應除生成一般的高聚物外還可以生成 w -聚合物，而在 w -聚合物中又有自由基性的聚合反應發生。

12) С. С. Медведев 等：異丙苯過氧化氫在水溶液中聚合引發作用的歷程。——異丙苯過氧化氫在水溶液中聚合引發作用的歷程，除了由單分子分解產生自由基以外，還可能由於各種化合物，其中包括單體與過氧化氫物進行氧化還原反應而產生自由基。實驗證明後一種引發歷程所需的活化能很小，丙烯酸及丙烯腈的聚合反應屬於後一歷程（ $E = 9.0$ 或 10.1 KKal ）而甲基丙烯酸及甲基丙烯腈的聚合反應屬於前一種歷程（ $E = 19$ 或 20 KKal ）。

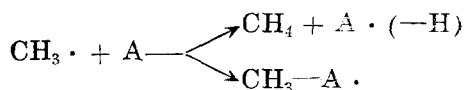
13) Б. А. Долгоплов 等：自由基與不飽和化合物的作用並與聚合作用的聯系。——從下列反應可得 $\text{CH}_3 \cdot (\text{CH}_3)_2\text{N} \cdot \text{PhN} \cdot$ 等自由基：



$(\text{CH}_3)_2\dot{\text{C}} \text{CN}$ 和庚烯-[1]以及和異丁烯只發生下列作用：



$\text{CH}_3 \cdot$ 可以同時發生兩種作用：



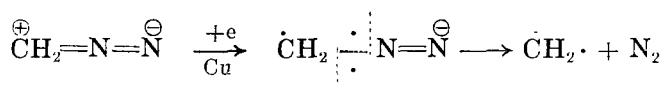
其中傳遞作用可以由量 CH_4 而測定其分量，結果： n -庚烷，55%；庚烯-[1]，12%；異丁烯，8%；丁烯-[2]，30%； α -甲基苯乙烯，0%。

$(\text{CH}_3)_2\text{N} \cdot$ 在傳遞與引發聚合兩方面都有極大的效能。

14) В. В. Коршак 等：關於脂肪族偶氮化合物在催化劑存在下分解的反應歷程。——從偶氮化合物的分解生成聚炔的過程，由於採用催化劑的不同，可能是離子型的，也可能是自由基型的。

當用銅爲催化劑時，還生成乙烯，生成量和分解的速度有關。同時氮的生成量並非理論值，有一些和乙醚共同揮發出來的含氮化合物性質和二氫吡咯相近。

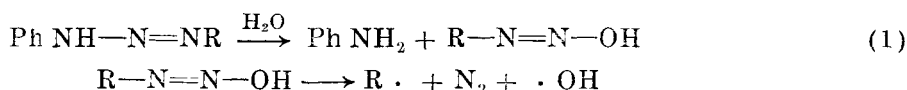
這個反應可能是：



生成的聚合物和低壓聚乙烯相同，具有高度的結晶性。

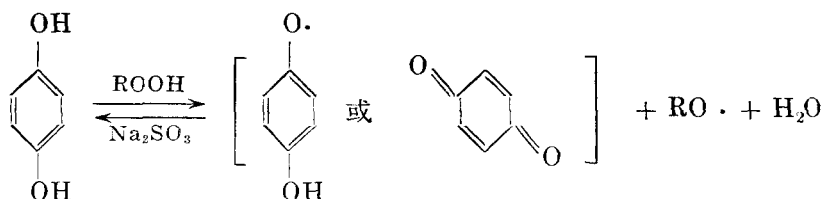
15) Б. А. Долгопловск 等：在乳液中聚合作用的引發系統及其作用的歷程。——a) 以偶氮胺基化合物爲基礎的系統：

偶氮胺基化合物可以分解生成自由基：



反應(1)可以被雙烯、氫醌及鐵鹽還原而進行得很快，在形成 $\cdot\text{OH}$ 過程中水是不可缺少的。

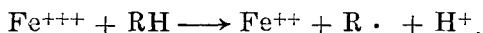
6) 以氫醌爲基礎的系統：氫醌與過氧化氫物的反應可以利用來引發低溫聚合反應。



苯醌有阻聚作用，生成的苯醌再被亞硫酸鈉還元成氫醌。

В) 由乙烯二胺及多乙烯多胺爲基礎的氧化還原系統，在 0° 時有很高的效能，系統中氧化物爲過氧化氫物。

Г) 由有機鐵鹽與碳氫化合物爲基礎的系統：



16) А. И. Юрженко 等：乳液聚合歷程的研究。——作者研究苯乙烯以 Некал 爲乳化劑，以不同的引發劑的乳液聚合膠乳的多分散性用光散射法測定，聚合速度用膨脹計法測定。實驗證明膠乳的顆粒除在聚合初期略有增加外在整個過程中不變而只是增大其體積，生成聚合物膠乳顆粒的表面積隨聚合過程而增加。這與某些人認爲表面積不變的見解不同。聚合速度在水相與油相比比例變化時保持不變。

17) С. С. Медведев 等：吸附層在乳液聚合過程中的作用。——在用不同乳化劑及引發劑研究異戊二烯，苯乙烯及偏二氯乙烯的乳液聚合中，測定聚合速度、表面張力、及聚合物顆粒的數目和大小，確定聚合反應是在聚合物顆粒表面所吸附的肥皂層裏進行的。這由下列結果所證明：聚合物生成量與時間成直線關係；聚合速度與乳化劑濃度成正比；顆粒表面積在聚合過程中保持不變。

18) В. Н. Цветков 等：高分子溶液光散射的幾個問題。——在幾個角度測量高分子溶液的光散射，然後外推到 0° 時，可以避免在測量過程中的各種干擾。

報告製造了一種轉動光電比濁儀，並用以測量聚苯乙烯在 $30-150^\circ$ 各角的光散射，所得關於多分散性的結果與用沉澱法者相同。

19) О. Б. Птицын: 在優良溶劑中高聚物溶液的光散射理論。——在優良溶劑中滲透效應對於高聚物溶液的光散射有很大影響，這個報告提出了把這個效應計算進去的一個關於光散射的理論。滲透效應可以減低不對稱散射。在較廣的角度範圍內研究了高聚物一個級分的散射，這樣不僅可以測量這一級分分子的大小，而且可以測知分子大小與分子量的關係。測量分子支化程度時僅能在不良溶劑中進行，因為此時滲透效應可忽略不計。

20) В. А. Каргин: 在聚丙烯酸鹽溶液中分子的形狀及其結構化作用。——在這篇工作中研究了從多電解質的電化學數據來估計分子形狀。在稀釋溶液時聚丙烯酸及其鹽類的當量電導通過最高點。當量電導下降時是在分子間距離加大的溶液濃度，因此可以找到多電解質的分子形狀與電導的關係。

用電子顯微鏡可以看到聚丙烯及其鹽類的分子是團狀的，或纖維狀的。

21) М. В. Волькенштейн: 在線型高聚物中的光彈效應及內部旋轉。——研究了聚苯乙烯及其鹵素衍生物，聚甲基丙烯酸甲酯，聚醋酸乙烯等薄膜在拉伸時的光彈效應。指出光彈係數的最高值對每種物質是常數，同時與溫度無關。根據在這個實驗室得出的關於高分子鏈的各向異性極化性的理論可以指出聚苯乙烯及其鹵素衍生物的有效各向異性極化性是相同的，假若認為它們的分子內旋轉具有相同的特性。

22) Б. А. Догадкин: 硫化歷程及促進劑的作用。——橡膠的硫化作用是個比較複雜的化學作用，在這篇報告中指出硫化作用是游離型的化學作用，在硫化過程中促進劑與橡膠作用生成大分子游離基，大分子的游離基再與橡膠分子中的亞甲基或雙鍵作用生成網狀結構。硫與促進劑作用生成多硫的游離基然後與橡膠作用。

23) Г. Л. Слонитекий 等: 環氧樹脂及其熱——機械性能的研究。——環氧樹脂是個新型樹脂，具有很好的性能如與金屬，玻璃及其他材料黏着力很強，對酸及鹼都極穩定，機械強度很高。但是環氧樹脂在前人的研究中認為其結構與其性能不能相符。作者們用熱——機械性能的方法研究了硬化以前及以後環氧樹脂的結構。環氧樹脂在硬化以前是熱塑性的線型結構的低分子產物。硬化的環氧樹脂具有三向結構，交聯較少，但是很長而柔順，因此其彈性很好。實驗證明硬化劑的結構對環氧樹脂塑料的性能有很大影響。

24) В. А. Каргин: 聚氯乙烯在強力作用下的流動。——在強力作用下某些網狀結構的高聚物雖然在分子鏈中間有化學鍵存在，但是仍有流動現象。合成橡膠及聚氯乙烯就是這樣的例子。實驗證明在強力作用下大分鏈會破裂，但是同時這些破裂的大分鏈又會結合起來，因此分子量不變，聚氯乙烯在強力作用下正是因為分子破裂及重結合的原因才有流動現象發生。實驗證明短時間的變形（幾十秒鐘），雖然在極大力下（接近斷裂），並在 195° 時還是可逆的，並沒有真正的流動。

25) Н. К. Барамбойм: 高聚物在機械力作用下的化學變化。——高聚物在機械力的作用下可以進行游離基型或離子型的分裂。碳鏈高聚物可能按游離基型方式裂解，產生的游離基可以與任何物質反應。雜鏈高聚物的裂解可能是離子型的。報告指出機械力作用下的高聚物裂解可以用來合成新型的高分子化合物。

26) В. В. Коршак: 低分子物質對高聚物光化裂解的影響。——研究了聚苯乙烯的光化裂解，各種低分子化合物對聚苯乙烯的光化裂解有不同的影響，某些化合物如對苯二甲酸的酯類等可以加速聚苯乙烯的裂解，其原因是這些化合物對於能够使聚苯乙烯裂解的波長的光不能吸收。某些化合物如 1, 4-二苯基丁二烯則可以抑制聚苯乙烯的光化裂解，其原因可能是這

個化合物的紫外光吸收光譜遮過了聚苯乙烯的吸收光譜。

27) С. Е. Бреслер: 聚甲基丙烯酸甲酯及其他高聚物的熱裂解。——聚甲基丙烯酸甲酯及其共聚物在真空中的熱裂解是連鎖反應過程。研究在氧及惰性氣體中聚甲基丙烯酸甲酯及其共聚物的熱裂解,指出氧可以引發裂解反應。研究了在封管中有單體存在時的熱裂解過程,指出在一定的溫度範圍內同時進行了聚合反應及裂解反應,最後趨向達到熱力學平衡狀態。

二、參觀各高分子研究機構

2月1日結束了論文報告會。中國代表在蘇聯科學院熱情的招待下研究了參觀研究機構的計劃,由於蘇聯科學院的幫助,使中國代表們很快地和幾個產業部門的研究機構取得了聯系,製訂了十天的參觀計劃。自2月4日起到2月15日止在莫斯科和列寧格勒兩個城市共參觀了十個研究機構,這十個研究機構的名稱是。

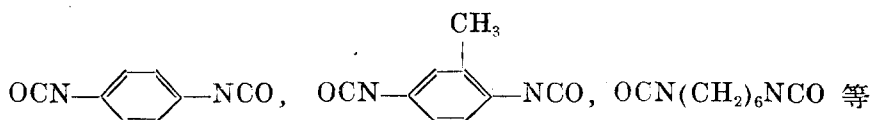
1. 科學院元素有機化合物研究所(莫斯科),
2. 科學院有機化學研究所(莫斯科),
3. 科學院高分子化合物研究所(列寧格勒),
4. 化學工業部 Карпов 物理化學研究所(莫斯科),
5. 化學工業部合成橡膠研究所(列寧格勒),
6. 化學工業部塑料研究所(莫斯科),
7. 化學工業部聚合塑料研究所(列寧格勒),
8. Менделеев 化工學院高分子化合物教研室及塑料教研室(莫斯科),
9. Ленсовет 化工學院合成橡膠教研室(列寧格勒),
10. 莫斯科紡織學院人造纖維教研室。

下面就這十個研究機構的情況按參觀的先後做一簡單的介紹:

1. Менделеев 化工學院。 2月4日中國代表參觀了這個學校的高分子教研室及塑料教研室。這個化工學院是蘇聯最有名的化工學院之一,在這個一百多年歷史的古老學院裏我們會見了蘇聯塑料研究工作的老前輩 Г. С. Петров 教授,這位從事於塑料研究工作已經有四、五十年的老教授對於中國代表們是極熱情的,他滔滔不絕地談起塑料工業的重要性和它的發展遠景。他說中國應接受蘇聯的教訓早日把高分子的工業體系建立起來免得在將來各種工業發達起來的時候,需要高分子產品而措手不及。他對於中國天然高分子化合物非常感興趣,他正在指導一個中國研究生進行有關中國桐油用於塑料上的研究工作。這個教研室的工作主要分為兩個方面:一方面是離子交換樹脂的研究工作,目前正在研究用來分析和分離貴重金屬的離子交換樹脂。另一方面是混合塑料的研究,這一方面主要研究塑料與其他填充劑的混合或塑料與塑料的相互混合,一方面可以降低塑料的成本,另一方面可以增進塑料的性質。Петров 教授在三聚氰胺方面進行了很多工作,他認為根據中國的原料情況可以大大地發展三聚氰胺和尿醛樹脂方面的工作。

Менделеев 化工學院是另一個由 И. П. Лосев 教授所領導的高分子化合物教研室,成立才幾年的年輕的教研室。這裏正在進行着(1)以共聚物為基礎的薄膜方面的研究,(2)增加有機玻璃性能、特別是耐熱性能的研究和(3)陽離子交換樹脂的研究。在薄膜方面的工作主要是聚丙烯酸的衍生物,聚酰胺類,硅有機化合物,聚亞胺羧酸酯類等的合成及加工。最近在聚亞胺羧酸酯方面的工作較多,除了製造薄膜外,還可以製造多孔性塑料,具有較好的抗水性及

絕熱性，在原料方面他們採用了不同的異氰酸酯如：



提高有機玻璃的軟化點的工作是隨着噴氣技術的發展而迫切地需要起來了，Лосев 教授正在領導着這方面的工作，最近合成了 α -鹵代甲基丙烯酸酯類，甲酯聚合物的軟化點達到135—140°（聚甲基丙烯酸甲酯的軟化點是100°左右）。低級酯類主要用於三層玻璃製品方面，而高級酯類的高聚物可以製造薄膜。在離子交換樹脂方面主要的工作是陽離子型的交流樹脂，最近合成了含磷的交換樹脂，用於分離稀有元素。

2. Карпов 物理化學研究所。2月6日參觀了有名的 Карпов 物理化學研究所。這是一座在蘇聯革命成功以後新建的研究所，過去在已故巴赫院士領導下無論在解決實際問題或理論問題方面都有卓越的貢獻，現在它擁有很多蘇聯知名的化學家，其中有六位院士，十五位博士和一百位副博士。Зубов 所長和我們談起所的組織和設備時說：這個所具備有解決物理化學方面任何問題的能力。高分子化合物的研究工作是所的很多研究方面之一，大致可分為兩個方面：一部分是由 С. С. Медведев 通訊院士領導的聚合過程實驗室；另一部分是由 В. А. Каргин 院士所領導的膠體化學實驗室。前一實驗室研究聚合反應歷程及動力學，後一實驗室研究高分子化合物的物理及機械性能。

С. С. Медведев 通訊院士領導的關於聚合反應的研究工作已有25年的歷史。目前的研究工作可分下列幾個方向：(1)游離基型聚合反應的反應歷程及單體的反應能力問題。其中最主要的是從共聚合反應的角度研究單體及其游離基的反應能力。苯乙烯與醋酸乙烯的共聚合反應是一個典型的例子，因為醋酸乙烯的游離基比苯乙烯的游離基活潑，而醋酸乙烯本身比苯乙烯的活性小，因此在醋酸乙烯中加入少量的苯乙烯就可以大大地降低聚合速度。這個原因是：醋酸乙烯的游離基與活性大的苯乙烯分子的反應較易於與醋酸乙烯本身的反應，因此雖然只有少量的苯乙烯，但是在聚合物的末端大部分是苯乙烯的游離基，後者因活性較小，不容易與不活潑的醋酸乙烯進行反應，而易於與苯乙烯分子反應，而苯乙烯的濃度很小，因此總的反應速度很小。這方面的工作不僅在聚合反應方面有很大意義，而且還豐富了連鎖反應的理論。另一方面研究了氯丁二烯的聚合反應，發現 w -聚合物可以產生大分子游離基，進一步可以引發聚合反應。

(2) 離子型聚合反應的研究。過去的工作主要是陽離子型聚合反應的研究，曾經證明反應速度在很大程度上決定於介質的介電常數和少量的添加物如水，氯化氫等。在離子型聚合反應中沒有長鏈相互結合的鏈終止反應。最近開始了以金屬有機化合物為引發劑的聚合反應歷程的研究工作。

(3) 放射性元素對聚合反應的影響。這方面主要在研究 Co^{60} 對聚合反應的引發作用和鏈傳遞作用的影響。發現水在 Co^{60} 的存在下可以生成 $\cdot\text{OH}$ 游離基，進一步可以引起乳液聚合反應。

(4) 乳液聚合反應。從聚合速度與膠乳顆粒總的表面積的關係證明聚合反應是在肥皂的吸附層中進行的。用同位素標記的單體進行聚合反應證明乳液聚合反應的鏈終止反應的活化能較大，根據下列方程式：

$$E = E_p + \frac{1}{2}(E_i - E_t)$$

可以證明乳液聚合反應的總活化能比本體聚合為低。

В. А. Каргин 院士領導的膠體化學實驗室正在進行下面幾個方面的研究工作：(1) 高分子化合物的物理及機械性能的研究，着重在高聚物的變形及鬆弛過程的機構方面，(2) 高分子化合物的序態結構，這方面主要研究高聚物的結晶問題，(3) 高分子化合物的吸附作用的研究，(4) 在液體中及凝膠中結構化問題的研究，(5) 無機膠體的結構。

Карпов 物理化學研究所具有很好的設備，在研究高分子化合物結構方面已經廣泛地採用如電子衍射，X-射線，紅外光譜，電子顯微鏡等儀器。這是一個人力及物力都極雄厚的研究所。

3. 莫斯科塑料研究所。 2月7日參觀了莫斯科塑料研究所。由 А. Пешехонов 總工程師招待我們，這位曾在中國工作過兩年的總工程師用中國式的待客方法請我們喝了茶，並向我們介紹了研究所的情況。蘇聯在二次世界大戰以前只有一個列寧格勒塑料研究所，戰爭期間這個所遷到莫斯科，加以擴充成立了莫斯科塑料研究所，戰爭結束後一部分仍搬回列寧格勒，因此在蘇聯就有兩個塑料研究所。這兩個塑料研究所有一定的分工，莫斯科主要的工作是縮合型塑料及高聚物加工成型的研究，而列寧格勒偏重於聚合型塑料及纖維素衍生物的研究。

這是一個工業部門的研究所，因此工作內容分為三個部分：一部分是研究室，一部分是實驗工廠，另一部分是設計部分。研究所共有 16 個實驗室：1) 酚醛樹脂，2) 四氟乙烯及三氟氯乙烯的加工，3) 一般加工成型實驗室，4) 有機合成，5) 分析實驗室，6) 胺基塑料，7) 物理化學分析及性能測定，8) 設備實驗室，9) 硅有機高聚物，10) 聚酰胺，聚亞胺羧酸酯，11) 聚氯乙烯，12) 離子交換樹脂，13) 瀝青樹脂，14) 高頻絕緣材料，15) 聚酯，16) 自動儀表研究室。

由於時間的關係我們只參觀了幾個研究室。首先參觀了有機合成研究室，他們正在進行尋找新的合成單體的方法，主要目的是擴大原料的來源。有一系列的工作是糠醛的利用的研究。另外在進行增塑劑的合成，最近合成了一種增塑劑，可以使聚氯乙烯的軟化點降到 -60° 。離子交換樹脂方面，主要以環氧樹脂，三聚氰胺樹脂等為基礎。另外合成了含磷的離子交換樹脂。離子交換薄膜的研究工作也早已在進行了，在物理化學的實驗室中正在進行有趣的接枝聚合反應的研究，主要是用機械力破壞大分子，生成大分子游離基，然後進一步與其他單體進行聚合反應生成接枝聚合物。

這個所的加工成型實驗室有很好的設備，一部分正在進行聚己內酰胺成薄膜的工作，這是一部能夠向垂直的兩個方面拉長的機器，聚己內酰胺從滾筒出來後就在這個機器上向兩個方向拉長，最後成為強力很大的薄膜。在玻璃絲聚酯層壓品方面也有很多工作，他們正在用來製造汽車外殼。另外有趣的是蜂窩狀三層製品的製造，Пешехонов 總工程師告訴我們這個製造方法是根據中國一種疊紙玩具的製造原理來進行的。此外在四氟乙烯及三氟氯乙烯的加工方面進行的工作較多，主要在研究冷壓、熱壓及用滾筒擠壓製造薄膜等工作，多孔性聚四氟乙烯在化學工業上用途極大，這裏已經製成很大的聚四氟乙烯過濾器。

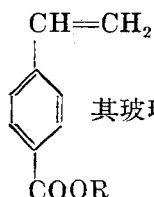
莫斯科塑料研究所是一個規模很大，工作內容很多的研究所，它直接和工業生產密切地聯系着，替生產解決問題，但是在這裏的研究工作也具有很高的理論水平。

4. 科學院元素有機化合物研究所。 元素有機化合物研究所是在 1954 年從有機化合物

研究所分出獨立成所的,因此它只有三年多歷史。這個所的主要方向是研究含有各種元素的有機化合物。從研究工作內容可分為四個方面:(1)元素有機化合物,(2)高分子化合物,(3)物理化學,(4)微量分析。在元素有機化合物方面共有九個研究室:1)金屬有機化合物,2)金屬有機化合物的立體化學,3)硅有機化合物,4)磷有機化合物,5)氟有機化合物,6)金屬羰基化合物,7)元素有機合成,8)同位素元素有機化合物,9)有機螯合物。在高分子化合物方面有三個研究室:1)高分子合成,2)碳鏈高分子化合物,3)高分子化合物化學及物理性能。物理化學部分有兩個研究室:1)X-射線分析及結晶,2)光學研究室。

這次參觀是由 В. В. Коршак 副所長及 С. Р. Рафиков 教授陪同我們,主要參觀了高分子化合物部分。

在 Г. С. Колесников 教授的碳鏈高分子化合物研究室裏正在進行含有氟及磷的高分子化合物的研究工作。這方面的詳細研究內容在前面會議情況中已經部分地介紹過。在這個研究室中還進行了帶有極性基團的烯類化合物的聚合反應,實驗證明三乙基鋁 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{Al}$ 不能引起如丙烯腈及丙烯酸等極性化合物的聚合反應,這些烯類化合物只能在三丁基硼的影響下進行聚合反應。在研究苯乙烯衍生物的聚合物時發現在苯環上帶有一OR基團的苯乙烯聚合物的玻璃化溫度低於帶有一R基團的聚苯乙烯。而含有一COOR基團的聚合物如



其玻璃化溫度非常高,唯一的可能解釋是氫鍵的影響。這裏還研究了二氯氟乙烯

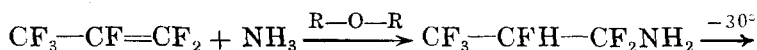
$\text{CHF}=\text{CCl}_2$ 與苯乙烯及甲基丙烯酸甲基的共聚合反應,二氯乙烷與氯苯及苯的共縮聚反應等。

在 В. В. Коршак 通訊院士的研究室中主要進行的是縮聚反應的研究,譬如各種二元酸與二元醇聚酯的合成及其性質的研究,縮聚物分子量分佈的研究等,這些工作在前面會議情況中都已經有所介紹。另外在聚合反應方面也有一些工作,正在進行一些不飽和元素有機化合物的聚合反應,得到了含鍍及硅的聚合物。具有很大理論及實際意義的是自重氮化合物的分解合成具有良好結晶性能的聚乙烯及聚苯乙烯。我們看到了這些樣品並且看到了有清楚線條的X-射線衍射照片。Коршак 通訊院士正在進行着大規模地含有按照週期表次序的各個元素的高分子化合物的合成工作。

С. Р. Рафиков 教授自中國歸來,正在開展高分子化合物的化學性質及物理性質的研究工作。在他們研究室裏我們看到了用滲透壓法,光散射法,黏度法,等溫蒸溜等方法測量分子量的工作,看到了研究高分子化合物老化問題的一些設備。

在 А. И. Китайгородский 教授所領導的X-射線分析研究室裏主要的工作是研究高分子化合物和其他有機化合物結晶問題。

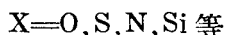
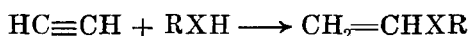
И. Л. Кнунянц 院士特地從他的很遠的研究室趕來和我們介紹他的研究工作。在他的極廣泛的研究方向中氟有機化合物的研究工作是主要的,他最近正在合成一些全氟代丙烯腈和全氟代丙烯酸酯類等化合物:



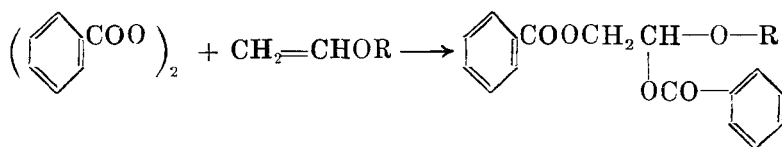


К. А. Андрианов 通訊院士也從他的工作地點趕來和我們介紹了他在硅有機化合物方面的工作。

5. 科學院有機化學研究所。 2月9日參觀了有機化學研究所。這個由已故院士 Зеленский 所領導發展起來的研究所最近才搬到新的建築中來，這裏的實驗室設備是很新式而有計劃的。這個所的研究方向主要是有機催化反應理論和有機合成。在有機催化反應理論方面着重研究選擇催化劑的理論，А. А. Баландин 院士領導這部分工作。另外由 Б. А. Казанский 院士領導着碳氫化合物的催化轉化的研究工作。在有機合成方面 И. Н. Назаров 院士領導着天然產物及乙炔化學方面的研究工作；М. Ф. Шостаковский 教授領導着烯醚類化合物的研究；А. Д. Петров 通訊院士也在硅有機化合物方面進行研究工作；В. И. Иванов 教授領導着纖維素方面的研究工作。此外在木質素，蛋白質方面也有研究室。這次參觀主要看了 М. Ф. Шостаковский 的研究室。這個研究室主要在進行由乙炔出發按下式：



合成一系列的烯類化合物。在烯醚方面的工作較多，並且研究了這類化合物的聚合反應特性，實驗證明過氧化苯甲酰不能引起烯醚的聚合反應，因為有下列反應發生：



這些烯類化合物由於 R-基團的不同，其聚合特性也不同，若 R 為烴基時可以進行離子型聚合反應，若 R 為—COR 時則可以進行游離基聚合反應，當 R 為苯基時，兩種聚合都可以進行。

6. 科學院高分子化合物研究所。 我們於2月10日到達列寧格勒，11日參觀了高分子化合物研究所。這是蘇聯高分子化合物的研究中心，在這裏進行着高分子化合物的化學及物理學的研究工作。這個所自1948年成立以來僅9年，但是在組織上已經很完善了，各個研究方向無論在人力或物力上都很堅強，因此在這個所裏就有可能解決高分子化合物研究工作中較大的問題。

目前高分子化合物研究所共有九個研究室：1) 新型高分子化合物的合成，2) 彈性體的合成，3) 聚合反應歷程，4) 縮聚反應，5) 纖維素及其衍生物，6) 高分子物理化學，7) 高分子化合物的結構，8) 高分子化合物的物理及機械性能，9) 高分子物理學。

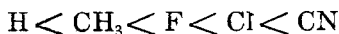
我們首先參觀了 С. Е. Бреслер 教授領導的高分子物理研究室。在這個研究室裏正在進行高分子溶液方面和游離基方面的研究工作。這裏有一架設備完善的超離心機，利用這架儀器進行分子量的研究工作。高分子化合物溶液的擴散作用也在這裏進行研究。利用順磁共振方法研究游離基的物理化學是最近才開展起來的。

在高分子化合物結構研究室裏 М. В. Волкенштейн 教授向我們介紹了他的研究工作，並參觀了實驗室。在這個研究室裏主要用物理方法研究高分子化合物的分子結構，這裏有設備良好的紅外光譜儀及極化紅外光譜儀，螢光儀等。利用極化紅外光譜可以測定高聚物的玻

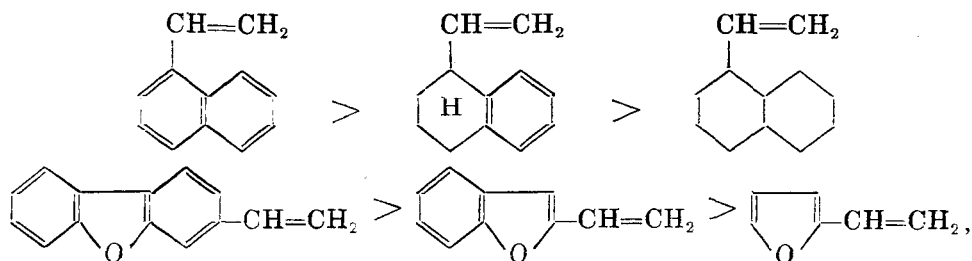
璃化溫度。在聚酰胺及聚酯的立體異構體的研究工作中發現 dd-聚酰胺比消旋聚酰胺的軟化點要高，這是由於前者具有較高的分子排列性的原故。另外正在研究線型高聚物的光彈效應和分子內旋轉問題。

在 А. А. Ванштейн 的研究室中進行下面幾個工作：1) 酚醛及尿醛的縮聚反應的研究，2) 幾種丙烯酸酯類的共聚合反應，3) 聚酯的研究，4) 聚苯乙烯的化學轉化。最後一項工作非常有趣，在聚苯乙烯的苯環上引進硝基，還成氨基以後得到重氮鹽，在這個重氮鹽基團上一般是可以進行很多反應的，但是由於這個高分子重氮鹽不溶解於任何溶劑中，因此只能在表面上進行反應，不能得到均勻的產物，從聚苯乙烯的重氮鹽製造高分子染料，或是進一步進行接枝聚合反應的企圖都還沒有成功。

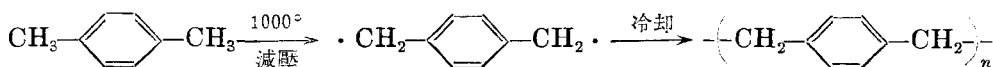
М. М. Котон 教授向我們詳細地介紹了他的新型高分子化合物研究室的工作。他研究了苯乙烯的同系物及衍生物的聚合反應及產物的性質，目的在於闡明在苯環上的各種取代基團及取代位置對苯乙烯活性的影響。大量實驗的結果證明取代基團對苯乙烯活性的影響依下列次序加大：



硝基取代物的聚合速度低於苯乙烯本身，間位硝基苯乙烯不能進行聚合反應，隣位硝基苯乙烯可以進行聚合但很慢，對位取代物較快。從這些結果可以看出在苯環上有第二類取代基團存在時可以降低苯乙烯的聚合能力。另一部分是研究多環及雜環烯類化合物的聚合反應，發現在環上的共軛雙鍵越多，則反應速度越大，譬如



此外研究對位二甲基苯的聚合反應具有很大理論意義，



這個聚合物具有很高的結晶性，可耐 300° 的高溫，抗張強度達到 2800 千克。

以上是我們看到的幾個研究室的一部分工作的簡單情況。另外在 А. А. Коротков 教授領導下的離子型及金屬有機物引發聚合的研究工作和 Б. А. Долгоплов 教授在游離基氧化還原引發系統及金屬有機化合物引發聚合方面的研究工作都因為他們沒有在研究所而沒有去看。但是在前面會議情況部分中已經有較詳細的介紹了，在下面合成橡膠研究所中還要談到他們的工作。

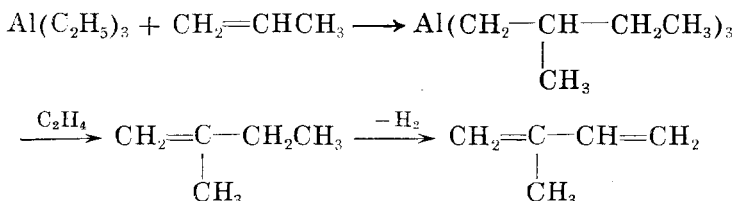
7. Ленсовет 化工學院合成橡膠教研室。 Ленсовет 化工學院是一個有 130 年歷史的有名化工學院，在這個學院裏有四個有關高分子化合物的教研室：1) 合成橡膠教研室，2) 合成塑料教研室，3) 橡皮工藝教研室，4) 合成漆料及薄膜工藝教研室。我們這次只參觀了第一個教研室。

這個合成橡膠教研室是在 1931 年由已故 С. В. Лебедев 院士所創辦的，它是世界上第一個合成橡膠教研室。現在由 Н. И. Смирнов 教授領導。2 月 12 日上午 Н. И. Смирнов

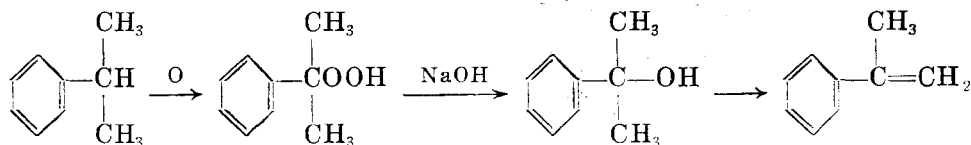
教授熱情地向我們介紹了這裏的研究工作。他的主要方向是把化學動力學用於化學工程上的研究，最近曾在增溶溶解度，苯乙烯聚合反應的阻聚作用的動力學，幾種過氧化物分解的動力學等方面進行了工作。另外一系列研究工作是物質在介質中流動的水力學，熱傳導，質量傳遞等方面的研究工作。

8. 合成橡膠研究所。 2月12日下午我們參觀了合成橡膠研究所。這是一個專業性很强的研究所，自1931年由С. В. Лебедев院士創辦以來，一直圍繞着合成橡膠各方面的問題進行研究工作。它是蘇聯強大合成橡膠工業的推動者，在理論上和實際上都有很多貢獻。這天Б. А. Долгоплоск副所長和С. А. Субботин教授招待了我們，他們極熱情地向我們介紹了研究所的情況，並帶我們參觀了實驗室，最後Б. А. Долгоплоск教授還詳細地介紹了合成橡膠的近況及發展前途。這個所主要的研究方向是合成新型的，適用的合成橡膠。研究工作包括自合成單體，研究各類聚合反應，研究橡膠結構與性能的關係等一系列的內容，現在努力的方向是用非食用原料合成機械性能較高而近似於或高於天然橡膠的合成橡膠。這個所包括下面的17個研究室：1)丁二烯及異戊二烯的合成，2)合成單體的工藝研究室，3)防腐蝕研究室，4)橡膠膠乳研究室，5)及6)離子型聚合反應，7)及8)乳液聚合反應，9)有機硅橡膠，10)氯丁橡膠，11)縮合橡膠，聚硫橡膠等，12)異丁橡膠，13)、14)及15)橡膠的物理及機械性能的研究，16)物理化學及控制生產過程的研究，17)技術經濟。此外還有配合研究工作的實驗工廠，作為擴大實驗之用。

在合成單體部分現在主要的工作是合成異戊二烯，一部分是脫氫反應，另一部分是用Ziegler方法合成，後一方法可用下式表示：



自丁烷或丁烯脫氫製取丁二烯的工作仍在進行中。此外在合成 α -甲基苯乙烯方面是從異丙苯開始的：



在聚合方面主要的工作是用金屬有機化合物，特別是鋰有機化合物引發的聚合反應。在А. А. Коротков領導下合成了新型橡膠СКИ，具有近似天然橡膠的結構，含有90—95%的1,4-結構，而且大部是順式異構體。СКИ在拉伸時可以結晶。未配料的СКИ具有300公斤的抗張強度，填以炭黑的СКИ具有比天然橡膠還好的耐磨性和熱穩定性。在Б. А. Долгоплоск教授領導下合成了含羧基的合成橡膠，這是酸性乳液聚合反應的產物，含有0.2—3%甲基丙烯酸。這種合成橡膠具有很高的結晶性，機械強度達250—400千克，彈性也極好。

在這個研究所裏研究的合成橡膠可以總括在下頁表中。

在這個研究所裏還在進行着加油橡膠，氯丁橡膠，硅橡膠，丁腈橡膠，含氟，磷，硼等合成橡膠的研究工作。

單 體	名 稱	聚 合 方 法	1, 4-結 構	玻 璃 化 溫 度
丁 二 烯	СКБ	Na	30%	~-55°
丁 二 烯	СКБ	K	55%	—
丁 二 烯	СКБМ	Li	75%	~-75°
丁 二 烯	СКБ	乳液聚合	80%	~-85°
丁 二 烯	СКБ	低溫乳液聚合	85%	—
丁 二 烯	СКБ	Ziegler 法	100%	~-103°
異 戊 二 烯	—	乳液聚合	90%	~-68°
異 戊 二 烯	СКН	金屬有機化合物	92%	~-70°

9. 列寧格勒聚合塑料研究所。 2 月 13 日參觀了列寧格勒塑料研究所。 這個所和莫斯科塑料研究所是兄弟所，同屬於化學工業部，他們之間的分工在前面已經說過。這裏主要的工作是含氟塑料及聚乙烯的研究。 研究所包括八個研究室及實驗工廠，8 個研究室是：1) 含氟塑料研究室，2) 纖維素衍生物，3) 苯乙烯及其共聚物，4) 聚乙烯醇縮醛類高聚物，5) 聚乙烯，6) 塑料加工研究室，7) 機械性能測定研究室，8) 物理性能測定研究室。

含氟塑料方面主要是三氟氯乙烯及四氯乙烯聚合的研究，現在仍在進行各種因素如壓力，引發劑等對聚合反應的影響。在加工方面正在進行薄膜，電線包皮及多孔性塑料等研究工作。

聚乙烯的研究工作分高壓及低壓兩方面。根據 Ziegler 方法用三乙基鋁及四氯化鈦引發乙烯聚合反應已經採用連續聚合方法在中間工廠生產了，低壓聚乙烯在加工方面比高壓聚乙烯困難，這個所正在研究這個問題。我們看到了用低壓聚乙烯製造的電線，薄膜及其他形狀的成品。

10. 莫斯科紡織工學院 在回到莫斯科以後，14 日參觀莫斯科紡織工學院的人造與合成纖維研究室。室主任 Роговин 教授正在舉行研究生考試，他把考試停下來來接待我們。

這個教研室是在 26 年以前由已故院士 Шорыгин 所創辦的，是蘇聯第一個人造纖維教研室。在這個教研室已經培養了 500 多個工程師，出版了許多關於纖維方面的書籍。

這個教研室的研究分兩個方向：(1) 纖維素化學，(2) 新型合成纖維。在纖維素化學方面目前進行的工作一是在理論性方面研究纖維素上的羥基在形成各種酯和醚的活性，一是在製取各種的酯和醚，另一是利用氫氟酸來進行纖維素的水化。在纖維素酯方面正在進行纖維碳酸酯的工作準備利用二氧化碳來代替二硫化碳製備黏膠絲，已獲得相當結果。

在合成纖維方面以前進行 Капрон 的研究工作現已大規模的工業化了。現在進行的有 (1) 含氟碳鏈合成纖維，(2) 含羧基的共聚纖維，(2) 聚異丁烯纖維等。

* * * * *

通過參加蘇聯這一次高分子會議並在會議後參觀了這些高分子研究機構，對蘇聯高分子這門科學的研究情況有了一個比較全面的了解。總的說來，蘇聯在這門新興的學科，無論是在質或量方面均有很高的水平。尤其是在理論方面的研究工作，這幾年來有很大的發展。總的方面確如這次大會主席所說的，目的在求能製得有預定性能的高分子化合物，能耐高溫低溫，耐侵蝕，並是負高強度，高絕緣性。因此在擴大高分子品種研究聚合反應歷程以及研究高聚物結構與性能的關係方面，付出極大的勞動量，也獲得了很大的成果。

在高分子化合物的品種方面，許多元素如氟、硅、磷、鎢、錫、硼等已被引起高分子化合物的鏈或側鏈裏去，Коршак 通訊院士所說要按照元素週期表一一進行研究並非僅是一種豪語。而引用各種新的引發方面使可能聚合的烯類範圍加以擴大，並使聚合物的結構有一定的排列

次序的工作，已有顯著的成效。新的聚合方法如用熱裂解和用機械力輥輾裂解生成大分子自由基再使其聚合或共聚，已得到極富於理論和實際興趣的結果。而強力射線的引發聚合和分子鏈交聯的研究工作，亦在進展之中。

許多新的方法如紅內光譜，X-衍射，電子衍射，電子顯微鏡，順磁共振，雙折射，高頻電流，超音波，都已被利用來研究高聚物的結構。而系統的合成各類同系高分子化合物以研究分子鏈的結構和各種基團的存在對於性能所發生的影響，這一類艱巨的工作，過去已取得重要成就，現仍在持續之中。

在聚合反應歷程方面，自由基引發的連鎖反應歷程，蘇聯科學家在這方面曾作了傑出的供給，現在在大分子自由基方面又獲得進一步的發展。金屬引發烯類聚合 Лебсдев 的丁鈉橡膠已開其先河，自從 Ziegler 引用乙基鋁以聚合乙烯以後，各國學者競相研究各種金屬有機化合物的引發作用，蘇聯科學家們在這方面也不落後。他們已經試用了許多金屬有機物作為引發劑並且同時從它們的引發機構以及所得到的聚合物的結構進行研究，獲得了輝煌的成就。在離子型引發以及乳液聚合反應機構方面，蘇聯科學家們也作了卓越的貢獻。在高分子化合物的硫化和結構化（“非硫酸化”）方面的理論研究，亦有重要的結果。

比較研究得不够的是高分子的老化問題，過去因為蘇聯的氣候條件，所以這個問題不很突出，現在有一些研究機構也在這方面注意起來。

蘇聯科學的迅速發展是和運用批評與自我批評的武器分不開的。這次會議上有好些問題曾作了相當長時間的辯論，他們都拿出自己的工作結果來相互辯論，有時爭得聲色俱厲，面紅耳赤。這種有內容的爭鳴和坦率的態度都是值得我們學習的。